

①

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-008513

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl.

H04B 10/08

H04B 10/20

H04J 14/00

H04J 14/02

(21)Application number : 2002-123829

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.12.1994

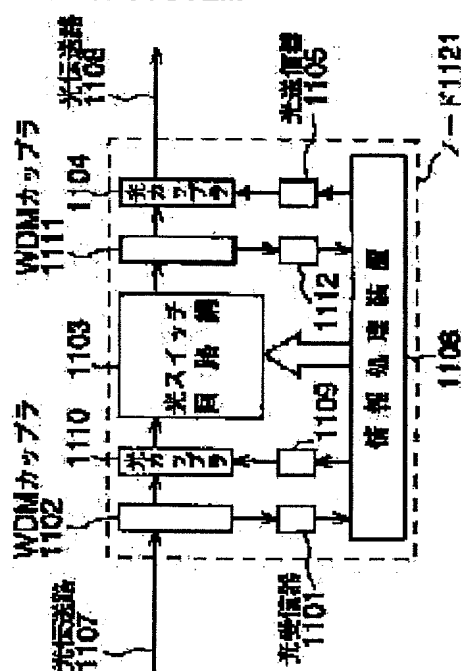
(72)Inventor : SHIRAGAKI TATSUYA

## (54) OPTICAL NETWORK DEVICE AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical transmission system where a node through which a main signal light passes without modification operates, manages a network and transmits/receives maintenance information, and the node monitors an optical signal or the like so as to efficiently conduct the operation, management and maintenance of the network.

**SOLUTION:** An optical network node 1121 generates an OAM(Operations, Administration and Maintenance) signal light and a photocoupler 1104 superimposes the OAM signal light and the main signal light and transmits the OAM signal to other nodes. The node uses a WDM coupler 1102 to extract only the OAM signal light from the received optical signal and processes the OAM signal light. Further, an optical transmitter 1109 transmits a monitor signal light with other wavelength, a photocoupler 1110 superimposes the monitor signal light on the main signal light and gives the resulting light to an optical switch circuit network 1103. A WDM coupler 1111 extracts only the monitor signal light from the output signal light to monitor the monitor signal light. Thus, the node through which a main signal light passes without modification can transmit/receive the OAM signal and monitor the signal in this way.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3747878

[Date of registration]

09.12.2005

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-8513

(P2003-8513A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 4 B 10/08

H 0 4 B 9/00

K 5 K 1 0 2

10/20

N

H 0 4 J 14/00

E

14/02

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 66 頁)

(21) 出願番号 特願2002-123829(P2002-123829)

(62) 分割の表示 特願平11-290661の分割

(22) 出願日 平成6年12月28日 (1994.12.28)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 白垣 達哉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

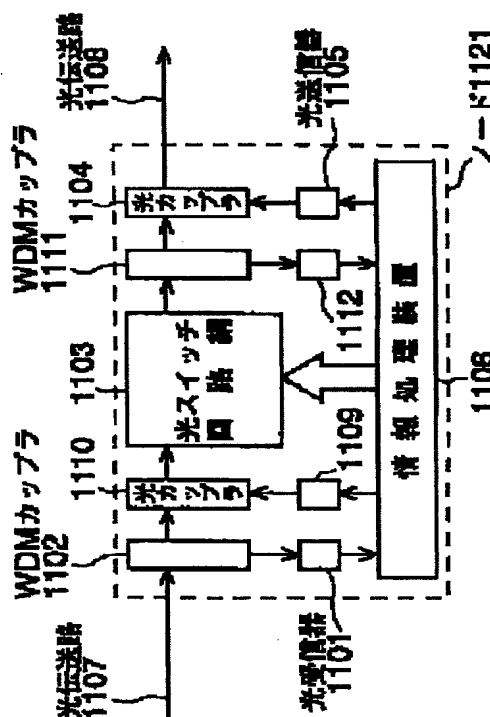
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ネットワーク装置及び光伝送方式

(57) 【要約】

【課題】 主信号光が光のまま通過するノードに於いて、ネットワークの運用、管理、及び保守情報の授受を行い、又、ノード内に於いて光信号等の監視を行えるようにして、効率的なネットワークの運用、管理及び保守を行う。

【解決手段】 光ネットワークノード1121に於いてOAM信号光を生成し、光カップラ1104に於いてOAM信号光と主信号光とを重畳することにより他ノードへOAM信号を伝送する。伝送されてきた光信号は、WDMカップラ1102を用いてOAM信号光のみ抽出して処理する。又、別波長の監視信号光を光送信器1109から送出し、光カップラ1110を用いて主信号光と重畳し、光スイッチ回路網1103へ入力する。出力信号光はWDMカップラ1111により監視信号光だけ抽出して監視する。このようにして主信号光が光のまま通過するノードに於いてOAM信号の授受ができ、監視が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の光ネットワーク装置間を光伝送路で接続し、第1群に属する波長を用いて主信号の伝送を行うネットワークにおける光ネットワーク装置であって、前記光伝送路から入力される、前記第1群に属する波長の光主信号とネットワークの運用、管理、及び保守情報を伝送する第2群に属する波長の光信号とが波長多重された波長多重信号を受信する手段と、前記波長多重信号から前記第2群に属する光信号を抽出する手段と、前記抽出した第2群に属する光信号から、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を得る手段とを有し、前記第2群に属する波長の光信号は、前記光伝送路を介して直接接続される他の光ネットワーク装置から送出する光信号であることを特徴とする光ネットワーク装置。

【請求項2】前記受信したネットワークの運用、管理及び保守情報が、前記受信した光ネットワーク装置に対する情報でない場合に、前記受信したネットワークの運用、管理及び保守情報を持つ前記第2群に属する光信号を生成する手段と、前記生成した第2群に属する光信号と前記第1群に属する光主信号と波長多重し第2の波長多重信号を生成する手段と、前記第2の波長多重信号を、前記受信した第2群に属する波長のネットワークの運用、管理及び保守情報を送出した光ネットワーク装置以外であり且つ前記伝送路を介して直接接続される光ネットワーク装置に送出する手段とを有することを特徴とする請求項1記載の光ネットワーク装置。

【請求項3】第1の偏波面を有する光主信号を光伝送路を介して直接接続される第2の光ネットワーク装置へ光伝送路を用いて伝送する第1の光ネットワーク装置から、前記第2の光ネットワーク装置のみへネットワークの運用、管理、及び保守情報を伝送する伝送方式に於いて、前記第1の光ネットワーク装置は、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ前記第1の偏波面とは異なる第2の偏波面を有する光信号を生成し、前記第2の偏波面を有する光信号と前記第1の偏波面を有する光信号とを偏波多重した光信号を前記光伝送路を用いて伝送し、第2の光ネットワーク装置は、伝送されてきた前記偏波多重した光信号から前記第2の偏波面を有する光信号を抽出し、前記第2の偏波面を有する光信号を光受信手段を用いて受信し、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を得ることを特徴とする光伝送方式。

【請求項4】前記第1の光ネットワーク装置及び前記第2の光ネットワーク装置が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端を持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする請求項3に記載の光伝送方式。

【請求項5】光ネットワークの運用・管理・保守の対象である光スイッチ回路網と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち他ノードに接続される光伝送路が前記入力端に接続されかつ前記光スイッチ回路網が前記第

1の出力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光受信手段と、前記光ネットワークの運用・管理・保守に関する情報を処理する情報処理手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち前記第1の入力端へ入力される信号と前記第2の入力端へ入力される信号とを重畳した信号を前記出力端へ出力する信号重畳手段と、信号出力装置と、出力端が前記光スイッチ回路網に接続される光送信手段とからなり、前記光分離手段の第2の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記信号重畳手段の第2の入力端に接続され、前記信号出力装置の出力端は前記信号重畳手段の第1の入力端に接続され、前記信号重畳手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記信号出力装置から前記信号重畳手段の第1の入力端に主信号を入力し、前記情報処理手段の出力端から前記信号重畳手段の第2の入力端にネットワークの運用・管理・保守に関する情報を入力することを特徴とする光ネットワーク装置。

【請求項6】光ネットワークの運用・管理・保守の対象である光スイッチ回路網と、前記光スイッチ回路網の出力端のいずれかが接続される光受信手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち前記入力端へ入力された信号を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する信号分離手段と、信号入力手段と、前記光ネットワークの運用・管理・保守に関する情報を処理する情報処理手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち前記第1の入力端へ入力される信号と前記第2の入力端へ入力される信号とを重畳した信号を前記出力端へ出力する信号重畳手段と、信号出力手段と、前記光スイッチ回路網の入力端のいずれかに接続される前記光送信手段とからなり、前記光受信手段の出力端は前記信号分離手段の入力端に接続され、前記信号分離手段の第1の出力端は前記信号入力手段に接続され、前記信号分離手段の第2の出力端は前記情報処理手段に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記信号重畳手段の第2の入力端に接続され、前記信号出力手段の出力端は前記信号重畳手段の第1の入力端に接続され、前記信号重畳手段の出力端は前記光送信手段に接続され前記信号出力装置から前記信号重畳手段の第1の入力端に主信号を入力し、前記情報処理手段の出力端から前記信号重畳手段の第2の入力端にネットワークの運用・管理・保守に関する情報を入力することを特徴とする光ネットワーク装置。

【請求項7】前記光スイッチ回路網が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であり、前記入力端には該光ネットワーク装置が電氣的に終端点となる光信号を伝送している光伝送路が少なくとも1つ接続され、前記出力端には

10

20

30

40

50

該光ネットワーク装置が電氣的に終端点となる光信号を伝送している光伝送路が少なくとも1つ接続されることを特徴とする請求項6記載の光ネットワーク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信ネットワークで用いられる光ネットワーク・ノード構成及び光ネットワークの運用・管理、及び保守の方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信を用いると、光の持つ広帯域性により、1本の光伝送路中の容量を大きくすることができる。しかし、信号の目的ノードと関係ない途中のノードに於いて、光信号全てに対し光電変換を行うと、装置が大きくなり、コストも増加する等の欠点がある。そこで、光信号を光のまま切り替える光ネットワークが注目を浴びてきている。光スイッチを用いることにより、大容量の光信号を光のまま一括して切り替えて網の再編成や障害回復を行うことができる。

【0003】そこで、従来、図41に示すような光ネットワークノード装置（白垣ら、イー・シー・オー・シー'93（ECOC'93:European Conference on Optical Communication）プロシーディング第2巻、TuP 5.3, 153ページ参照）が開発されていた。そのノード構成のブロック図を図41に示し、ノード中で用いられている光スイッチ回路網4101の構成例を図42に示す。図41に於いて、4100は光クロスコネク・ノードを表す。4105～4110は他ノードと接続される光伝送路である。4102はSDHのパスのデジタル・クロスコネク・システムで、4103、4104はSDHの転送フレームの終端装置（Optical Line Terminators and Multiplexers）である。4105～4110は他ノードと接続される光伝送路である。4101は光スイッチ回路網で、その構成例を図42に示す。4201～4224はLiNbO<sub>3</sub>を用いて構成された8×8のマトリクス光スイッチで、4301～4364は光スイッチ回路網の入力端で、4401～4464は光スイッチ回路網の出力端である。マトリクス光スイッチ4201～4224を図42に示すように接続することにより、光スイッチ回路網を構成することができる。

【0004】光伝送路4106、4107を伝送されてきた光信号は光スイッチ回路網4101により光信号のまま切り替えられ、他ノードと接続される光伝送路4109、4110に伝送される。このようにノード4100に於いて、伝送されてきた光信号を電気信号に変換することなく、光信号のまま切り替えて他ノードへと伝送するので、大容量の光信号を一括して切り替えることができ、速い網障害回復を行うことができる。又、大容量

の光信号を時間多重分離して切り替える必要がないため、ノード装置の小型化も可能となる等の利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】以上説明した技術を用いれば、大容量の光信号を光のまま一括して切り替えて網の再編成や障害回復を行うことができ、ノード装置の小型化も期待できる。しかし、光伝送路4106、4107を伝送されてきた光信号は、光のままノード4100を通過するので、このノード構成のままでは、ノード4100に於いて光伝送路4106、4107に関わるネットワークの運用、管理、及び保守情報の授受を行うことができない。ネットワークの運用、管理、及び保守情報の授受の実現のためには、例えば、光ネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送専用の光伝送路を別に用意しなければならず、経済的でない。又、光のまま通過するノード4100に於いて、光信号、光伝送路、光スイッチ等を常に監視できず、網障害が発生した時に障害点がすぐに確定できない等、効率的にネットワークの運用、管理及び保守を行うことができない。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、光ネットワーク装置であって、光受信手段と、光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する光分離手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第1の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0007】第2の発明は、請求項1記載の光ネットワーク装置であって、前記光分離手段が、入力端へ第1群に属する波長の光と第2群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第1群に属する波長の光を前記第1の出力端へ出力し前記第2群に属する波長の光を前記第2の出力端へ出力することを特徴とする。

【0008】第3の発明は、光ネットワーク装置であって、光送信手段と、光機能回路手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第1の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光重畳手段の第2の入力端に接続されることを特徴とする。

【0009】第4の発明は、光ネットワーク装置であっ

10

20

30

40

50

て、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第 1 の出力端と前記第 2 の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光機能回路手段と、光送信手段と、光受信手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第 1 の入力端への入力光と前記第 2 の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第 1 の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第 1 の入力端に接続され、前記光分離手段の第 2 の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記送信手段の出力端は前記重畳手段の第 2 の入力端に接続されることを特徴とする。

【0010】第 5 の発明は、光ネットワーク装置であって、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第 1 の出力端と前記第 2 の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光機能回路手段と、光送信手段と、光受信手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端と出力端とを持ち前記第 1 の入力端への入力光と前記第 2 の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第 1 の出力端は前記光重畳手段の第 1 の入力端に接続され、前記光重畳手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記光分離手段の第 2 の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記送信手段の出力端は前記重畳手段の第 2 の入力端に接続されることを特徴とする。

【0011】第 6 の発明は、光ネットワーク装置であって、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち前記入力端へ入力される光を前記第 1 の出力端と前記第 2 の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光機能回路手段と、光送信手段と、光受信手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第 1 の入力端への入力光と前記第 2 の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光機能回路手段の出力端は前記光分離手段の入力端に接続され、前記光分離手段の第 1 の出力端は前記光重畳手段の第 1 の入力端に接続され、前記光分離手段の第 2 の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出

力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記送信手段の出力端は前記重畳手段の第 2 の入力端に接続されることを特徴とする。

【0012】第 7 の発明は、請求項 1 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0013】第 8 の発明は、請求項 2 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0014】第 9 の発明は、請求項 3 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0015】第 10 の発明は、請求項 4 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0016】第 11 の発明は、請求項 4 記載の光ネットワーク装置であって、前記光分離手段が、入力端へ第 1 群に属する波長の光と第 2 群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第 1 群に属する波長の光を前記第 1 の出力端へ出力し前記第 2 群に属する波長の光を前記第 2 の出力端へ出力し、前記光送信手段が前記第 1 群に属さない波長の光を送出し、前記光受信手段が前記第 2 群に属する波長の光の受信が可能であることを特徴とする。

【0017】第 12 の発明は、請求項 5 記載の光ネットワーク装置であって、前記光分離手段が、入力端へ第 1 群に属する波長の光と第 2 群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第 1 群に属する波長の光を前記第 1 の出力端へ出力し前記第 2 群に属する波長の光を前記第 2 の出力端へ出力し、前記光送信手段が前記第 1 群に属さない波長の光を送出し、前記光受信手段が前記第 2 群に属する波長の光の受信が可能であることを特徴とする。

【0018】第 13 の発明は、請求項 6 記載の光ネットワーク装置であって、前記光分離手段が、入力端へ第 1 群に属する波長の光と第 2 群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第 1 群に属する波長の光を前記第 1 の出力端へ出力し前記第 2 群に属する波長の光を前記第 2 の出力端へ出力し、前記光送信手段が前記第 1 群に属さない波長の光を送出し、前記光受信手段が前記第 2 群に属する波長の光の受信が可能であることを特徴とする。

【0019】第 14 の発明は、請求項 11 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力

端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0020】第15の発明は、ネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、第1群に属する波長の光信号を第2の光ネットワーク装置へ光伝送路を用いて伝送する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へのネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式に於いて、第1の光ネットワーク装置は、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ第2群に属する波長の光信号を生成し、前記第2群に属する光信号と前記第1群に属する波長の光信号とを重畳した光信号を前記光伝送路を用いて伝送し、第2の光ネットワーク装置は、伝送されてきた前記重畳した光信号から前記第2群に属する光信号を抽出し、前記第2群に属する光信号を光受信手段を用いて受信し、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を得ることを特徴とする。

【0021】第16の発明は、請求項15に記載のネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、前記第1の光ネットワーク装置及び前記第2の光ネットワーク装置が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0022】第17の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記第1の出力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光受信手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光機能回路手段の出力端は前記光分離手段の入力端に接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0023】第18の発明は、請求項17記載の光ネットワーク装置であって、前記光分離手段が、入力端へ第1群に属する波長の光と第2群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第1群に属する波長の光を前記第1の出力端へ出力し前記第2群に属する波長の光を前記第2の出力端へ出力し、前記光受信手段が前記第2群に属する波長の光の受信が可能であることを特徴とする。

【0024】第19の発明は、光ネットワーク装置であって、光送信手段と、光機能回路手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記第1の入力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光重畳手段の第2の

入力端に接続され、前記光重畳手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0025】第20の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記第1の出力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光受信手段と、光送信手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記第1の入力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光重畳手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記光分離手段の第1の入力端に接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記尾光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光重畳手段の第2の入力端に接続されることを特徴とする。

【0026】第21の発明は、請求項20記載の光ネットワーク装置であって、前記光分離手段が、入力端へ第1群に属する波長の光と第2群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第1群に属する波長の光を前記第1の出力端へ出力し前記第2群に属する波長の光を前記第2の出力端へ出力し、前記光送信手段が前記第2群に属する波長の光を送出することを特徴とする。

【0027】第22の発明は、請求項17記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0028】第23の発明は、請求項18記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0029】第24の発明は、請求項19記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0030】第25の発明は、請求項20記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0031】第26の発明は、請求項21記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0032】第27の発明は、光ネットワーク装置の監

10

20

30

40

50

視方式であって、第1群の波長に属する波長の光信号が電気信号に変換されることなく光のまま入力端から出力端へ通過してしまう光ネットワーク装置の監視方式に於いて、第2群に属する波長の光信号を生成し、前記第2群に属する光信号と前記第1群に属する波長の光信号とを重畳した光信号を前記光ネットワーク装置へ入力し、前記光ネットワーク装置から出力される前記重畳した光信号から前記第2群に属する光信号を抽出し、前記第2群に属する波長の光信号を光受信手段を用いて受信し、光ネットワークの監視情報を得ることを特徴とする。

【0033】第28の発明は、請求項27記載の光ネットワーク装置の監視方式であって、前記光ネットワーク装置が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0034】第29の発明は、光ネットワーク装置であって、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第1の光分離手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する第1の光重畳手段と、光機能回路手段と、第1の光送信手段と、第2の光送信手段と、第1の光受信手段と、第2の光受信手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第2の光分離手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する第2の光重畳手段と、少なくとも第1の入力端と第2の入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ちネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記第1の光分離手段の第1の出力端は前記第1の光重畳手段の第1の入力端に接続され、前記第1の光重畳手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記第2の光分離手段の入力端に接続され、前記第2の光分離手段の第1の出力端は前記第2の光重畳手段の第1の入力端に接続され、前記第1の光分離手段の第2の出力端は前記第1の光受信手段の入力端に接続され、前記第1の光受信手段の出力端は前記情報処理手段の第1の入力端に接続され、前記情報処理手段の第1の出力端は前記第1の光送信手段の入力端に接続され、前記第1の光送信手段の出力端は前記第2の光重畳手段の第2の入力端に接続され、前記情報処理手段の第2の出力端は前記第2の光送信手段の入力端に接続され、前記第2の光送信手段の出力端は前記第1の光重畳手段の第2の入力端に接続され、前記第2の光分離手段の第2の出力端は前記第2の光受信手段

の入力端に接続され、前記第2の光受信手段の出力端は前記情報処理手段の第2の入力端に接続されることを特徴とする。

【0035】第30の発明は、請求項29記載の光ネットワーク装置であって、前記第1の光分離手段が、入力端へ第1群に属する波長の光と第2群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第1群に属する波長の光を前記第1の出力端へ出力し前記第2群に属する波長の光を前記第2の出力端へ出力し、前記第2の光分離手段が、入力端へ前記第1群に属する波長の光と第3群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第1群に属する波長の光を前記第1の出力端へ出力し前記第3群に属する波長の光を前記第2の出力端へ出力し、前記第1の光送信手段が前記第3群に属する波長の光を送出し、前記第2の光送信手段が前記第1群に属さない波長の光を送出し、前記第1の光受信手段が前記第2群に属する波長の光の受信が可能であり、前記第2の光受信手段が前記第3群に属する波長の光の受信が可能であることを特徴とする。

【0036】第31の発明は、請求項1記載の光ネットワーク装置であって、前記光分離手段が、光のパワーを分岐する光分岐手段であることを特徴とする。

【0037】第32の発明は、請求項1記載の光ネットワーク装置であって、前記光受信手段が、光信号に予め重畳されたサブキャリアを復調する光受信手段であることを特徴とする。

【0038】第33の発明は、請求項31記載の光ネットワーク装置であって、前記光受信手段が、光信号に予め重畳されたサブキャリアを復調する光受信手段であることを特徴とする。

【0039】第34の発明は、請求項31記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0040】第35の発明は、請求項32記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0041】第36の発明は、請求項33記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0042】第37の発明は、ネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、光信号を第2の光ネットワーク装置へ光伝送路を用いて伝送する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へのネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式に於いて、第1の光ネットワーク装置は、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つように変調されたサブキャリアを付加し、前記光伝送路を用いて伝送し、第2



の光ネットワーク装置は、伝送されてきた前記光信号から前記サブキャリアを抽出し、前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を復調し、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を得ることを特徴とする。

【0043】第38の発明は、請求項37記載のネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、前記第1の光ネットワーク装置及び前記第2の光ネットワーク装置が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0044】第39の発明は、請求項37記載のネットワークの運用、管理、保守情報の伝送方式であって、前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報が、光信号が通る経路に対する識別子であることを特徴とする。

【0045】第40の発明は、請求項38記載のネットワークの運用、管理、保守情報の伝送方式であって、前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報が、光信号が通る経路に対する識別子であることを特徴とする。

【0046】第41の発明は、光ネットワーク装置であって、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第1の光分離手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第2の光分離手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する第1の光重畳手段と、光機能回路手段と、第1の光送信手段と、第2の光送信手段と、第1の光受信手段と、第2の光受信手段と、第3の光受信手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第3の光分離手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する第2の光重畳手段と、少なくとも第1の入力端と第2の入力端と第3の入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ちネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記第1の光分離手段の第1の出力端は前記第3の光分離手段の入力端に接続され、前記第3の光分離手段の第1の出力端は前記第1の光重畳手段の第1の入力端に接続され、前記第1の光重畳手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記第2の光分離手段の入力端に接続され、前記第2の光分離手段の第1の出力端は前記第2の光重畳手段の第1の入力端に接続され、前記第1の光分離手段の第2の出力端は前記第1の光受信手段の入力端に接続され、前記第1の光受信手段

の出力端は前記情報処理手段の第1の入力端に接続され、前記情報処理手段の第1の出力端は前記第1の光送信手段の入力端に接続され、前記第1の光送信手段の出力端は前記第2の光重畳手段の第2の入力端に接続され、前記情報処理手段の第2の出力端は前記第2の光送信手段の入力端に接続され、前記第2の光送信手段の出力端は前記第1の光重畳手段の第2の入力端に接続され、前記第2の光分離手段の第2の出力端は前記第2の光受信手段の入力端に接続され、前記第2の光受信手段の出力端は前記情報処理手段の第2の入力端に接続され、前記第3の光重畳手段の出力端は前記第3の光受信手段の入力端に接続され、前記第3の光受信手段の出力端は前記情報処理手段の第3の入力端に接続されることを特徴とする。

【0047】第42の発明は、請求項41記載の光ネットワーク装置であって、前記第1の光分離手段が、入力端へ第1群に属する波長の光と第2群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第1群に属する波長の光を前記第1の出力端へ出力し前記第2群に属する波長の光を前記第2の出力端へ出力し、前記第2の光分離手段が、入力端へ前記第1群に属する波長の光と第3群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第1群に属する波長の光を前記第1の出力端へ出力し前記第3群に属する波長の光を前記第2の出力端へ出力し、前記第1の光送信手段が前記第1群に属さない波長の光を送出し、前記第2の光送信手段が前記第3群に属する波長の光を送出し、前記第1の光受信手段が前記第2群に属する波長の光の受信が可能であり、前記第2の光受信手段が前記第3群に属する波長の光の受信が可能であり、前記第3の光分離手段が光分岐手段であり、前記第3の光受信手段が光信号に予め重畳されたサブキャリアを復調する光受信手段であることを特徴とする。

【0048】第43の発明は、光ネットワーク装置であって、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第1の光分離手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第2の光分離手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する第1の光重畳手段と、光機能回路手段と、第1の光送信手段と、第2の光送信手段と、第1の光受信手段と、第2の光受信手段と、第3の光受信手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する第3の光分離手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に

接続され前記第 1 の入力端への入力光と前記第 2 の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する第 2 の光重畳手段と、少なくとも第 1 の入力端と第 2 の入力端と第 3 の入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ちネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記第 1 の光分離手段の第 1 の出力端は前記第 1 の光重畳手段の第 1 の入力端に接続され、前記第 1 の光重畳手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記第 2 の光分離手段の入力端に接続され、前記第 2 の光分離手段の第 1 の出力端は前記第 3 の光分離手段の入力端に接続され、前記第 3 の光分離手段の第 1 の出力端は前記第 2 の光重畳手段の第 1 の入力端に接続され、前記第 1 の光分離手段の第 2 の出力端は前記第 1 の光受信手段の入力端に接続され、前記第 1 の光受信手段の出力端は前記情報処理手段の第 1 の入力端に接続され、前記情報処理手段の第 1 の出力端は前記第 1 の光送信手段の入力端に接続され、前記第 1 の光送信手段の出力端は前記第 2 の光重畳手段の第 2 の入力端に接続され、前記情報処理手段の第 2 の出力端は前記第 2 の光送信手段の入力端に接続され、前記第 2 の光送信手段の出力端は前記第 1 の光重畳手段の第 2 の入力端に接続され、前記第 2 の光分離手段の第 2 の出力端は前記第 2 の光受信手段の入力端に接続され、前記第 2 の光受信手段の出力端は前記情報処理手段の第 2 の入力端に接続され、前記第 3 の光重畳手段の出力端は前記第 3 の光受信手段の入力端に接続され、前記第 3 の光受信手段の出力端は前記情報処理手段の第 3 の入力端に接続されることを特徴とする。

【0049】第 4 4 の発明は、請求項 4 3 記載の光ネットワーク装置であって、前記第 1 の光分離手段が、入力端へ第 1 群に属する波長の光と第 2 群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第 1 群に属する波長の光を前記第 1 の出力端へ出力し前記第 2 群に属する波長の光を前記第 2 の出力端へ出力し、前記第 2 の光分離手段が、入力端へ前記第 1 群に属する波長の光と第 3 群に属する波長の光との波長分割多重光が入力される場合に前記第 1 群に属する波長の光を前記第 1 の出力端へ出力し前記第 3 群に属する波長の光を前記第 2 の出力端へ出力し、前記第 1 の光送信手段が前記第 1 群に属さない波長の光を送出し、前記第 2 の光送信手段が前記第 3 群に属する波長の光を送出し、前記第 1 の光受信手段が前記第 2 群に属する波長の光の受信が可能であり、前記第 2 の光受信手段が前記第 3 群に属する波長の光の受信が可能であり、前記第 3 の光分離手段が光のパワーを分岐する光分岐手段であり、前記第 3 の光受信手段が光信号に予め重畳されたサブキャリアを復調する光受信手段であることを特徴とする。

【0050】第 4 5 の発明は、請求項 3 記載の光ネットワーク装置であって、前記光送信手段が、前記ネットワ

ークの運用、管理、及び保守情報が予め変調された副搬送波を用いて変調された光信号を送出することを特徴とする。

【0051】第 4 6 の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段と、前記情報処理手段の出力信号を変調する変調器手段と、入力端と出力端とを持ち前記入力端へ入力された光信号を前記変調器手段の出力信号で変調する光信号変調手段とからなり、前記光信号変調手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記変調器手段の入力端に接続され、前記変調器手段の出力端は前記光信号変調手段に接続されることを特徴とする。

【0052】第 4 7 の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段と、前記情報処理手段の出力信号を変調する変調器手段と、入力端と出力端とを持ち前記入力端へ入力された光信号を前記変調器手段の出力信号で変調する光信号変調手段とからなり、前記光機能回路手段の出力端は前記光信号変調手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記変調器手段の入力端に接続され、前記変調器手段の出力端は前記光信号変調手段に接続されることを特徴とする。

【0053】第 4 8 の発明は、光ネットワーク装置であって、光送信手段と、光機能回路手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記第 1 の入力端に接続され前記第 1 の入力端への入力光と前記第 2 の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光重畳手段の出力端は前記光機能回路手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光重畳手段の第 2 の入力端に接続されることを特徴とする。

【0054】第 4 9 の発明は、請求項 4 5 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0055】第 5 0 の発明は、請求項 4 6 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0056】第 5 1 の発明は、請求項 4 7 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0057】第 5 2 の発明は、請求項 4 8 記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であることを特徴とする。

【0058】第53の発明は、光ネットワーク装置であって、複数の入力端を持つ光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力するm個の光分離手段と、m個の入力端と1個の出力端とを持ち前記m個の入力端へ入力された光信号の内の1個の入力端へ入力した光信号を選択する選択手段と、光受信手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第1の出力端は前記光機能回路手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記選択手段の入力端にそれぞれ接続され、前記選択手段の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0059】第54の発明は、光ネットワーク装置であって、複数の入力端を持つ光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力するm個の光分離手段と、m個の光受信手段と、m個の入力端と1個の出力端とを持ち前記m個の入力端へ入力された電気信号の内の1個の入力端へ入力した電気信号を選択する選択手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第1の出力端は前記光機能回路手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記光受信手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光受信手段の出力端は前記選択手段の入力端にそれぞれ接続され、前記選択手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0060】第55の発明は、光ネットワーク装置であって、光送信手段と、1個の入力端とm個の出力端とを持ち入力端へ入力された光をm分岐して各出力端へ出力する光分岐手段と、複数の出力端を持つ光機能回路手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力するm個の光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第1の入力端にそれぞれ接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光分岐手段の入力端に接続され、前記光分岐手段の出力端は前記光重畳手段の第2の入力端にそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0061】第56の発明は、光ネットワーク装置であって、m個の光送信手段と、1個の入力端とm個の出力端とを持ち入力端へ入力された電気信号をm分岐した電

気信号をそれぞれの出力端に出力する分岐手段と、複数の出力端を持つ光機能回路手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力するm個の光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第1の入力端にそれぞれ接続され、前記情報処理手段の出力端は前記分岐手段の入力端に接続され、前記分岐手段の出力端は前記光送信手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光送信手段の出力端は前記光重畳手段の第2の入力端にそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0062】第57の発明は、光ネットワーク装置であって、複数の入力端を持つ光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力するm個の光分離手段と、m個の入力端と1個の出力端とを持ち前記m個の入力端へ入力された光信号の内の1個の入力端へ入力した光信号を選択する選択手段と、光受信手段と、光送信手段と、1個の入力端とm個の出力端とを持ち入力端へ入力された光を各出力端へ分岐して出力する光分岐手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力するm個の光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第1の出力端は前記光機能回路手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記選択手段の入力端にそれぞれ接続され、前記選択手段の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第1の入力端にそれぞれ接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光分岐手段の入力端に接続され、前記光分岐手段の出力端は前記光重畳手段の第2の入力端にそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0063】第58の発明は、光ネットワーク装置であって、複数の入力端を持つ光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力するm個の光分離手段と、m個の光受信手段と、m個の入力端と1個の出力端とを持ち前記m個の入力端へ入力された電気信号の内の1個の入力端へ入力した電気信号を選択する選択手段と、光送信手段と、1個の入力端とm個の出力端とを持つ光分岐手段と、第1の入力端と第2の入力端

10

20

30

40

50

と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力するm個の光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第1の出力端は前記光機能回路手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記光受信手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光受信手段の出力端は前記選択手段の入力端にそれぞれ接続され、前記選択手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第1の入力端にそれぞれ接続され、前記情報処理手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光分岐手段の入力端に接続され、前記光分岐手段の出力端は前記光重畳手段の第2の入力端にそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0064】第59の発明は、光ネットワーク装置であって、複数の入力端を持つ光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力するm個の光分離手段と、m個の入力端と1個の出力端とを持ち前記m個の入力端へ入力された光信号の内の1個の入力端へ入力した光信号を選択する選択手段と、光受信手段と、1個の入力端とm個の出力端とを持ち入力端へ入力された電気信号をm分岐した電気信号をそれぞれの出力端に出力する分岐手段と、m個の光送信手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力するm個の光重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第1の出力端は前記光機能回路手段の入力端にそれぞれ接続され、前記光分離手段の第2の出力端は前記選択手段の入力端にそれぞれ接続され、前記選択手段の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第1の入力端にそれぞれ接続され、前記情報処理手段の出力端は前記分岐手段の入力端に接続され、前記分岐手段の出力端は光送信手段とそれぞれ接続され、前記光送信手段の出力端は光重畳手段の出力端にそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0065】第60の発明は、請求項56記載の光ネットワーク装置であって、1個の入力端とm個の出力端とを持ち入力端へ入力された電気信号をm分岐した電気信号をそれぞれの出力端に出力する分岐手段と、m個の光送信手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち光伝送路が前記出力端に接続され前記第1の入力端への入力光と前記第2の入力端への入力光とを重畳した

ものを前記出力端へ出力するm個の光重畳手段とが付加され、光機能回路手段の出力端は前記光重畳手段の第1の入力端にそれぞれ接続され、情報処理手段の出力端は前記分岐手段の入力端に接続され、前記分岐手段の出力端は光送信手段とそれぞれ接続され、前記光送信手段の出力端は光重畳手段の出力端にそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0066】第61の発明は、ネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、第1群に属する波長の光信号を第2の光ネットワーク装置へm本の光伝送路を用いて伝送する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へのネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式に於いて、前記第1の光ネットワーク装置は、前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ、m個の第2群に属する波長の光信号を生成し、前記m個の第2群に属する波長の光信号それぞれと前記m本の光伝送路に伝送されている前記第1群に属する波長の光信号それぞれとを重畳した光信号を前記m本の光伝送路を用いてそれぞれ伝送し、前記第2の光ネットワーク装置は、前記m本の光伝送路を用いて伝送されてきた前記重畳した光信号の内前記第2群に属する光信号をそれぞれ抽出し、m個の抽出された前記第2群に属する波長の光信号の内1つの光信号の内1つの光信号を有効な光信号として受信し、前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を得ることを特徴とする。

【0067】第62の発明は、ネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、第1群に属する波長の光信号を第2の光ネットワーク装置へm本の光伝送路を用いて伝送する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へのネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式に於いて、前記第1の光ネットワーク装置は、前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ、第2群に属する波長の光信号を生成し、前記m本の光伝送路の内1本の光伝送路を選択し、前記第2群に属する波長の光信号と選択された前記1本の光伝送路中に伝送されている前記第1群に属する波長の光信号とを重畳した光信号を前記1本の光伝送路を用いて伝送し、前記第2の光ネットワーク装置は、前記1本の光伝送路を用いて伝送されてきた前記重畳した光信号から前記第2群に属する波長の光信号を抽出し、抽出された前記第2群に属する波長の光信号を光受信手段を用いて受信し、前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を得ることを特徴とする。

【0068】第63の発明は、請求項61記載のネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、前記第2の光ネットワーク装置に於いて、異なる時刻に於いて別個の1つの光信号を選択することを特徴とする。

【0069】第64の発明は、請求項62記載のネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって

て、前記第 1 の光ネットワーク装置に於いて、異なる時刻に於いて別個の 1 本の光伝送路を選択することを特徴とする。

【0070】第 65 の発明は、請求項 61 記載のネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、前記第 2 の光ネットワーク装置に於いて前記選択している前記第 2 群に属する波長の光信号の受信障害が起こった場合に、前記第 2 の光ネットワーク装置は、他の前記光伝送路を用いて伝送している前記第 2 群に属する波長の光信号を自動的に選択することを特徴とする。

【0071】第 66 の発明は、請求項 62 記載のネットワークの運用、管理、及び保守情報の伝送方式であって、前記選択された 1 本の光伝送路に障害が起こった場合に、前記第 2 群に属する波長の光信号を伝送する光伝送路を前記選択された 1 本の光伝送路から他の前記光伝送路へ自動的に切り替えることを特徴とする。

【0072】第 67 の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち前記入力端が他ノードに接続される光伝送路に接続されかつ前記第 1 の出力端が前記光ネットワークの運用・管理・保守の対象である光機能回路手段に接続されるか又は前記第 1 の出力端が他ノードと接続される光伝送路に接続されかつ前記入力端が前記光機能回路手段に接続され前記入力端へ入力される光を前記第 1 の出力端と第 2 の出力端とに分離して出力する m 個の第 1 の光分離手段と、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち光伝送路が前記入力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第 1 の出力端と第 2 の出力端とに分離して出力する m 個の第 2 の光分離手段と、m 個の入力端と 1 個の出力端とを持ち前記 m 個の入力端へ入力された光信号の内の 1 個の入力端へ入力した信号を選択する選択手段と、m 個の光信号の状態を判定する光信号判定手段と、光受信手段と、複数の入力端を持つ前記光ネットワークの運用、管理、保守に関する情報を処理する情報処理手段とからなり、前記第 1 の光分離手段の第 2 の出力端は前期第 2 の光分離手段の入力端にそれぞれ接続され、前期第 2 の光分離手段の第 2 の出力端は前期光信号判定手段の入力端にそれぞれ接続され、前期光信号判定手段の出力端は前記情報処理手段の入力端にそれぞれ接続され、前期第 2 の光分離手段の第 1 の出力端は前記選択手段の入力端にそれぞれ接続され、前記選択手段の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0073】第 68 の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち前記入力端が他ノードに接続される光伝送路に接続されかつ前記第 1 の出力端が前記光機能回路手段に接続されるか又は前記第 1 の出力端が他ノードと接続される光伝送路に接続されかつ前記入力端が前記

光機能回路手段に接続され前記入力端へ入力される光を前記第 1 の出力端と前記第 2 の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光受信手段と、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち予め第 1 群のプロトコルによって通信を行う第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号と第 2 群のプロトコルによって通信を行う第 2 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号とが時分割多重された信号が入力端へ入力されると前記第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号の情報を前記第 1 の出力端へ出力し前記第 2 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号の情報を前記第 2 の出力端へ出力する情報分離手段と、前記第 1 群のプロトコル処理を行う第 1 群のプロトコル処理手段と、前記第 2 群のプロトコル処理を行う第 2 群のプロトコル処理手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端とを持ちネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第 2 の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報分離手段に接続され、前記情報分離手段の第 1 の出力端は前記第 1 群のプロトコル処理手段の入力端に接続され、前記情報分離手段の第 2 の出力端は前記第 2 群のプロトコル処理手段の入力端に接続され、前記第 1 群のプロトコル処理手段の出力端は前記情報処理手段の第 1 の入力端に接続され、前記第 2 群のプロトコル処理手段の出力端は前記情報処理手段の第 2 の入力端に接続されることを特徴とする。

【0074】第 69 の発明は、前記第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号がデジタル信号であり、前記第 1 群のプロトコル処理手段が、前記デジタル信号の時間軸上でのビットの相対的位置及び前記ビットの値が前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報であるプロトコルを処理するプロトコル処理手段であることを特徴とする。

【0075】第 70 の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端と出力端とを持ち前記第 1 の入力端が他ノードに接続される光伝送路に接続されかつ前記出力端が前記光機能回路手段に接続されるか又は前記出力端が他ノードと接続される光伝送路に接続されかつ前記第 1 の入力端が前記光機能回路手段に接続され前記第 1 の入力端への入力光と前記第 2 の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する光重畳手段と、光送信手段と、第 1 群のプロトコル処理を行う第 1 群のプロトコル処理手段と、第 2 群のプロトコル処理を行う第 2 群のプロトコル処理手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端と出力端とを持ち前記第 1 群のプロトコルによって通信を行う第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号を前記第 1 の入力端へ入力し前記第 2 群のプロトコルによって通信を行う第 2 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号を前記第 2 の入力端へ入力すると前

10

20

30

40

50



記第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号と前記第 2 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号とが時分割多重された信号を前記出力端へ出力する情報重畳手段と、第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ちネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記情報処理手段の第 1 の出力端は前記第 1 群のプロトコル処理手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の第 2 の出力端は前記第 2 群のプロトコル処理手段の入力端に接続され、前記第 1 群のプロトコル処理手段の出力端は前記情報重畳手段の第 1 の入力端に接続され、前記第 2 群のプロトコル処理手段の出力端は前記情報重畳手段の第 2 の入力端に接続され、前記情報重畳手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光重畳手段の第 2 の入力端に接続されることを特徴とする。

【0076】第 7 1 の発明は、前記第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号がデジタル信号であり、前記第 1 群のプロトコル処理手段が、前記デジタル信号の時間軸上でのビットの相対的位置及び前記

ビットの値が前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報であるプロトコルを処理するプロトコル処理手段であることを特徴とする。

【0077】第 7 2 の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、入力端と第 1 の出力端と第 2 の出力端とを持ち前記入力端が他ノードに接続される光伝送路に接続されかつ前記第 1 の出力端が前記光機能回路手段に接続されるか又は前記第 1 の出力端が他ノードと接続される光伝送路に接続されかつ前記入力端が前記光機能回路手段に接続され前記入力端へ入力される光を前記第 1 の出力端と第 2 の出力端とに分離して出力する m 個の光分離手段と、m 個の入力端と 1 個の出力端とを持ち前記 m 個の入力端へ入力された光信号の内の 1 個の入力端へ入力した光信号が電気信号に変換された信号を出力する選択光受信手段と、入力端と第 1 の出力端から第 (m+1) の出力端までの出力端とを持ち予め第 1 群のプロトコルによって通信を行う第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号と第 2 群のプロトコルによって通信を行う m 個の第 2 群のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号とが時分割多重された信号が入力端へ入力されると前記第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号の情報を前記第 (m+1) の出力端へ出力し前記第 2 群のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号の情報を前記第 1 の出力端から前記第 m の出力端へそれぞれ出力する情報分離手段と、前記第 1 群のプロトコル処理を行う第 1 群のプロトコル処理手段と、前記第 2 群のプロトコル処理を行う m 個の第 2 群のプロトコル処理手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記光分離手段の第 2 の出力端は前

記選択光受信手段の入力端にそれぞれ接続され、前記選択光受信手段の出力端は前記情報分離手段の入力端に接続され、前記情報分離手段の第 (m+1) の出力端は前記第 1 群のプロトコル処理手段の入力端に接続され、前記情報分離手段の第 1 の出力端から第 m の出力端までは前記 m 個の第 2 群のプロトコル処理手段の入力端にそれぞれ接続され、前記第 1 群のプロトコル処理手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記 m 個の第 2 群のプロトコル処理手段の出力端はそれぞれ前記情報処理手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0078】第 7 3 の発明は、前記第 2 群のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号がデジタル信号であり、前記第 2 群のプロトコル処理手段が、前記デジタル信号の時間軸上でのビットの相対的位置及び前記ビットの値が前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報であるプロトコルを処理するプロトコル処理手段であることを特徴とする。

【0079】第 7 4 の発明は、光ネットワーク装置であって、1 個の入力端と m 個の出力端とを持ち信号を前記入力端へ入力すると前記信号が光信号に変換された m 個の光信号を前記 m 個の出力端にそれぞれ出力する光分岐送信手段と、複数の出力端を持つ光機能回路手段と、第 1 の入力端と第 2 の入力端と出力端とを持ち前記第 1 の入力端が他ノードに接続される光伝送路に接続されかつ前記出力端が前記光機能回路手段に接続されるか又は前記出力端が他ノードと接続される光伝送路に接続されかつ前記第 1 の入力端が前記光機能回路手段に接続され前記第 1 の入力端への入力光と前記第 2 の入力端への入力光とを重畳したものを前記出力端へ出力する m 個の光重畳手段と、第 1 群のプロトコル処理を行う第 1 群のプロトコル処理手段と、第 2 群のプロトコル処理を行う m 個の第 2 群のプロトコル処理手段と、第 1 の入力端から第 (m+1) までの入力端と出力端とを持ち前記第 1 群のプロトコルによって通信を行う第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号を前記第 (m+1) の入力端へ入力し前記第 2 群のプロトコルによって通信を行う m 個の第 2 群のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号を前記第 1 の入力端から前記第 m の入力端までそれぞれ入力すると前記第 1 のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号と前記 m 個の第 2 群のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号とが時分割多重された信号を前記出力端へ出力する情報重畳手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段とからなり、前記情報処理手段の出力端は前記第 1 群のプロトコル処理手段の入力端と前記 m 個の第 2 群のプロトコル処理手段の入力端にそれぞれ接続され、前記第 1 群のプロトコル処理手段の出力端は前記情報重畳手段の第 (m+1) の入力端に接続され、前記 m 個の第 2 群のプロトコル処理手段の出力端は前記情報重畳手段の第 1 の入力端から第 m の入力

端までにそれぞれ接続され、情報重畳手段の出力端は前記光分岐送信手段の入力端に接続され、前記光送信手段の出力端は前記光重畳手段の第2の入力端にそれぞれ接続されることを特徴とする。

【0080】第75の発明は、前記第2群のネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つ信号がデジタル信号であり、前記第2群のプロトコル処理手段が、前記デジタル信号の時間軸上でのビットの相対的位置及び前記ビットの値が前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報であるプロトコルを処理するプロトコル処理手段であることを特徴とする。

【0081】第76の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち他ノードに接続される光伝送路が前記入力端に接続されかつ前記光機能回路手段が前記第1の出力端に接続されるか又は他ノードと接続される光伝送路が前記出力端に接続されかつ前記光機能回路手段が前記第1の出力端に接続され前記入力端へ入力される光を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する光分離手段と、光受信手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち前記第1の入力端へ入力される信号と前記第2の入力端へ入力される信号とを重畳した信号を前記出力端へ出力する信号重畳手段と、信号出力装置と、出力端が前記光機能回路手段または光伝送路のいずれかに接続される光送信手段とからなり、前記光分離手段の第2の出力端は前記光受信手段の入力端に接続され、前記光受信手段の出力端は前記情報処理手段の入力端に接続され、前記情報処理手段の出力端は前記信号重畳手段の第2の入力端に接続され、前記信号生成装置の出力端は前記信号重畳手段の第1の入力端に接続され、前記信号重畳手段の出力端は前記光送信手段の入力端に接続されることを特徴とする。

【0082】第77の発明は、光ネットワーク装置であって、光機能回路手段と、他ノードと接続される光伝送路または前記光機能回路手段の出力端のいずれかが接続される光受信手段と、入力端と第1の出力端と第2の出力端とを持ち前記入力端へ入力された信号を前記第1の出力端と前記第2の出力端とに分離して出力する信号分離手段と、信号入力手段と、ネットワークの運用、管理、及び保守情報を処理する情報処理手段と、第1の入力端と第2の入力端と出力端とを持ち前記第1の入力端へ入力される信号と前記第2の入力端へ入力される信号とを重畳した信号を前記出力端へ出力する信号重畳手段と、信号出力手段と、他ノードと接続される光伝送路または前記光機能回路手段の入力端のいずれかに接続される前記光送信手段とからなり、前記光受信手段の出力端は前記信号分離手段の入力端に接続され、前記信号分離手段の第1の出力端は前記信号入力手段に接続され、前記信号分離手段の第2の出力端は前記情報処理手段に接

続され、前記情報処理手段の出力端は前記信号重畳手段の第2の入力端に接続され、前記信号出力手段の出力端は前記信号重畳手段の第1の入力端に接続され、前記信号重畳手段の出力端は前記光送信手段に接続されることを特徴とする。

【0083】第78の発明は、請求項69記載の光ネットワーク装置であって、前記光機能回路手段が、複数の光スイッチを用いて構成され複数の入力端と複数の出力端とを持つ光スイッチ回路網であり、前記入力端には該光ネットワーク装置が電氣的に終端点となる光信号を送送している光伝送路が少なくとも1つ接続され、前記出力端には該光ネットワーク装置が電氣的に終端点となる光信号を送送している光伝送路が少なくとも1つ接続されることを特徴とする。

【0084】

【作用】以下、本発明の作用について説明する。

【0085】第1の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前に光分岐器や、WDM（波長分割多重、分離：Wavelength Division Multiplexing and Demultiplexing）カップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳されたネットワークの運用、管理、及び保守の情報信号（以下OAM信号と略、OAM：Operations, Administration, and Maintenance）を分離して抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM情報（OAM信号の情報）を得ることができる。

【0086】第2の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前にWDMカップラのような波長を分離する手段を挿入することにより、予め主信号の波長と異なる波長に重畳されたOAM信号を分離して抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM情報を得ることができる。

【0087】第3の発明に関しては、光機能回路手段から光信号が出力された後に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM情報を伝送することができる。

【0088】第4の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前に光分岐器や、WDMカップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光機能回路手段から光信号が出力された後に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を送送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情

報を得ることができる。

【0089】第5の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前に光分岐器や、WDMカップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光分離手段の後段に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を伝送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0090】第6の発明に関しては、光機能回路手段の後段に光分岐器や、WDMカップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光分離手段の後段に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を伝送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0091】第7の発明に関しては、光スイッチ回路網に光信号が入力される前に光分岐器や、WDMカップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM情報を得ることができる。

【0092】第8の発明に関しては、光スイッチ回路網に光信号が入力される前にWDMカップラのような波長を分離する手段を挿入することにより、予め主信号の波長と異なる波長に重畳されたOAM信号を分離して抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM情報を得ることができる。

【0093】第9の発明に関しては、光スイッチ回路網から光信号が出力された後に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM情報を伝送することができる。

【0094】第10の発明に関しては、光スイッチ回路網に光信号が入力される前に光分岐器や、WDMカップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光機能回路手段から光信号が出力された後に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を伝送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0095】第11の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前にWDMカップラのような波長を分離する手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光機能回路手段から光信号が出力された後に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を伝送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0096】第12の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前にWDMカップラのような波長を分離する手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光分離手段の後段に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を伝送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0097】第13の発明に関しては、光機能回路手段の後段にWDMカップラのような波長を分離手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光分離手段の後段に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を伝送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0098】第14の発明に関しては、光スイッチ回路網に光信号が入力される前にWDMカップラのような波長を分離する手段を挿入することにより、予め重畳されたOAM信号を分離して抽出することができる。又、光機能回路手段から光信号が出力された後に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM信号光を伝送することができ、他の光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0099】第15の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置に於いてOAM信号を光カップラ等を用いて主信号光にOAM信号光を重畳することができ、第2の光ネットワーク装置に於いて光分岐器、WDMカップラ等を用いて主信号光とOAM信号光とを分離することができる。従って、光のまま主信号光が通過する第1の光ネットワーク装置から光のまま主信号光が通過する第2の光ネットワーク装置へOAM信号を伝達することができ



きる。

【0100】第16の発明に関しては、光スイッチ回路網を用いて構成される第1の光ネットワーク装置に於いてOAM信号を光カップラ等を用いて主信号光にOAM信号光を重畳することにより、他ノードへOAM信号を伝送できる。光スイッチ回路網を用いて構成される第2の光ネットワーク装置に於いて光分岐器、WDMカップラ等を用いて主信号光とOAM信号光とを分離することによりOAM信号の抽出できる。従って、光のまま主信号光が通過する第1の光ネットワーク装置から光のまま主信号光が通過する第2の光ネットワーク装置へOAM信号を伝達することができる。

【0101】第17の発明に関しては、光機能回路手段の後段に配置された光分岐器や、WDMカップラや、偏光スプリッタ等の光分岐器を用いることにより、伝送されてきた信号光の内からOAM信号光を分離でき、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報を得ることができる。

【0102】第18の発明に関しては、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いることにより、伝送されてきた信号光の内からOAM信号光を分離でき、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報を得ることができる。

【0103】第19の発明に関しては、光機能回路手段の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いることにより主信号光にOAM信号光を重畳することができ、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報を他の光ネットワーク装置へ伝送することができる。

【0104】第20の発明に関しては、光機能回路手段の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いることにより主信号光に監視信号光を重畳することができ、又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いることにより、監視信号光を抽出することができ、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いて光機能回路手段の監視を行うことができる。

【0105】第21の発明に関しては、光機能回路手段の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いて主信号光に第2群の波長の監視信号光を重畳することができ、又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いることにより、第2群の波長の監視信号光を抽出することができ、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いて光機能回路手段の監視を行うことができる。

【0106】第22の発明に関しては、光スイッチ回路網の後段に配置された光分岐器や、WDMカップラや、偏光スプリッタ等の光分岐器を用いることにより、伝送されてきた信号光の内からOAM信号光を分離でき、光

のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報を得ることができる。

【0107】第23の発明に関しては、光スイッチ回路網の後段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いることにより、伝送されてきた信号光の内からOAM信号光を分離でき、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報を得ることができる。

【0108】第24の発明に関しては、光スイッチ回路網の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いることにより主信号光にOAM信号光を重畳することができ、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報を他の光ネットワーク装置へ伝送することができる。

【0109】第25の発明に関しては、光スイッチ回路網の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いることにより主信号光に監視信号光を重畳することができ、又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いることにより、監視信号光を抽出することができ、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いて光機能回路手段の監視を行うことができる。

【0110】第26の発明に関しては、光スイッチ回路網の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いて主信号光に第2群の波長の監視信号光を重畳することができ、又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いることにより、第2群の波長の監視信号光を抽出することができ、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いて光機能回路手段の監視を行うことができる。

【0111】第27の発明に関しては、光機能回路手段の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いることにより第1群の波長の主信号光に第2群の波長の監視信号光を重畳することができ、又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いることにより、第2群の波長の監視信号光を抽出することができ、光のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置に於いて光機能回路手段の監視を行うことができる。

【0112】第28の発明に関しては、光スイッチ回路網の前段に配置された光カップラのような光重畳手段を用いることにより第1群の波長の主信号光に第2群の波長の監視信号光を重畳することができ、又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いることにより、第2群の波長の監視信号光を抽出することができ、光のまま主信号光が通過する光スイッチ回路網に於いて光スイッチ回路網の監視を行うことができる。

【0113】第29の発明に関しては、光機能回路手段の前段に配置されたWDMカップラのような光分離手段

を用いて、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた OAM 信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、監視信号光を主信号光に重畳することができる。又、光機能回路手段の後段に配置された WDM カップラのような光分離手段を用いることにより、監視信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置への OAM 信号を主信号光に重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光スイッチ回路網に於いて OAM 信号光の授受を行うことができ、光スイッチ回路網の監視を行うことができる。

【0114】第 30 の発明に関しては、光機能回路手段の前段に配置された WDM カップラのような波長を分離する手段を用いて、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた光信号から第 2 群に属する波長の OAM 信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、第 3 群に属する波長の監視信号光を第 1 群に属する波長の主信号光に重畳することができる。又、光機能回路手段の後段に配置された WDM カップラのような波長を分離する手段を用いることにより、第 3 群に属する波長の監視信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置への OAM 信号光（第 1 群には属さない波長の光）を主信号光に重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光スイッチ回路網に於いて OAM 信号光の授受を行うことができ、光スイッチ回路網の監視を行うことができる。

【0115】第 31 の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前に光分岐器等の光分岐手段を挿入することにより、予め重畳された OAM : 信号を抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができる。

【0116】第 32 の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前に光分岐器や、WDM カップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳された OAM 信号光を分離することができ、得られた OAM 信号光から予め OAM 信号が変調されたサブキャリア信号を復調することにより OAM 信号を抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができる。

【0117】第 33 の発明に関しては、光機能回路手段に光信号が入力される前に光分岐器等の光分岐手段を挿入することにより、OAM : 信号光を分離することができ、得られた OAM 信号光から予め OAM 信号が変調されたサブキャリア信号を復調することにより OAM 信号を抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができ

る。

【0118】第 34 の発明に関しては、光スイッチ回路網に光信号が入力される前に光分岐器等の光分岐手段を挿入することにより、予め重畳された OAM : 信号を抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができる。

【0119】第 35 の発明に関しては、光スイッチ回路網入力される前に光分岐器や、WDM カップラ、偏光スプリッタ等の光分離手段を挿入することにより、予め重畳された OAM 信号光を分離することができ、得られた OAM 信号光から予め OAM 信号が変調されたサブキャリア信号を復調することにより OAM 信号を抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができる。

【0120】第 36 の発明に関しては、光スイッチ回路網に光信号が入力される前に光分岐器等の光分岐手段を挿入することにより、OAM : 信号光を分離することができ、得られた OAM 信号光から予め OAM 信号が変調されたサブキャリア信号を復調することにより OAM 信号を抽出することができ、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができる。

【0121】第 37 の発明に関しては、第 1 の光ネットワーク装置に於いては、主信号光に、主信号光が他の光ネットワーク装置で受信できる程度の変調度、変調周波数により、OAM 信号が変調されたサブキャリア信号で主信号光を変調し、第 2 の光ネットワーク装置に於いては、伝送されてきた光信号を分離し、サブキャリア信号を抽出し復調し、OAM 信号を得る。このような方法を用いることにより、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができる。

【0122】第 38 の発明に関しては、第 1 の光スイッチ回路網からなる光ネットワーク装置に於いては、主信号光に、主信号光が他の光ネットワーク装置で受信できる程度の変調度、変調周波数により、OAM 信号が変調されたサブキャリア信号で主信号光を変調し、第 2 の光スイッチ回路網からなる光ネットワーク装置に於いては、伝送されてきた光信号を分離し、サブキャリア信号を抽出し復調し、OAM 信号を得る。このような方法を用いることにより、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM 情報を得ることができる。

【0123】第 39 の発明に関しては、第 1 の光ネットワーク装置に於いては、主信号光に、主信号光が他の光ネットワーク装置で受信できる程度の変調度、変調周波数により、光信号が通る経路に対する識別子に関する情報が変調されたサブキャリア信号で主信号光を変調し、第 2 の光ネットワーク装置に於いては、伝送されてきた光信号を分離し、サブキャリア信号を抽出し復調し、識別子の情報を得る。このような方法を用いることにより、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於

いて、OAM情報を得ることができる。

【0124】第40の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置に於いては、主信号光に、主信号光が他の光ネットワーク装置で受信できる程度の変調度、変調周波数により、光信号が通る経路に対する識別子に関する情報が変調されたサブキャリア信号で主信号光を変調し、第2の光スイッチ回路網からなる光ネットワーク装置に於いては、伝送されてきた光信号を分離し、サブキャリア信号を抽出し復調し、識別子の情報を得る。このような方法を用いることにより、主信号が光のまま通過する光ネットワーク装置に於いて、OAM情報を得ることができる。

【0125】第41の発明に関して、光機能回路手段の前段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いて、他の光ネットワーク装置から伝送されてきたOAM信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光分離手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置から伝送されてきたOAM信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、監視信号光を主信号光に重畳することができる。又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いることにより、監視信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置へのOAM信号を主信号光に重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光スイッチ回路網に於いてOAM信号光の授受を行うことができ、光スイッチ回路網の監視を行うことができる。

【0126】第42の発明に関して、光機能回路手段の前段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いて、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた第2群に属する波長のOAM信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光分離手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置から伝送されてきたサブキャリア信号に変調されたOAM信号光を分離して抽出することができ、その出力に接続された光受信器を用いることにより、サブキャリア信号からOAM信号を抽出できる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、第3群に属する波長の監視信号光を第1群に属する波長の主信号光に重畳することができる。又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いることにより、第3群に属する波長の監視信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置へのOAM信号（第1群に属さない波長の光）を主信号光に重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光スイッチ回路網に於いてOAM信号光の授受を行うことができ、光スイッチ回路網の監視を行うことが

できる。

【0127】第43の発明に関して、光機能回路手段の前段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いて、他の光ネットワーク装置から伝送されてきたOAM信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、監視信号光を主信号光に重畳することができる。又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いることにより、監視信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光分離手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置から伝送されてきたOAM信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置へのOAM信号を主信号光に重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光スイッチ回路網に於いてOAM信号光の授受を行うことができ、光スイッチ回路網の監視を行うことができる。

【0128】第44の発明に関して、光機能回路手段の前段に配置されたWDMカップラのような波長を分離する手段を用いて、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた第2群に属する波長のOAM信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、第3群に属する波長の監視信号光を第1群に属する波長の主信号光に重畳することができる。又、光機能回路手段の後段に配置されたWDMカップラのような光分離手段を用いることにより、第3群に属する波長の監視信号光を分離して抽出することができる。又、その次の段に配置された光分離手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置から伝送されてきたサブキャリア信号に変調されたOAM信号光を分離して抽出することができ、その出力に接続された光受信器を用いることにより、サブキャリア信号からOAM信号を抽出できる。又、その次の段に配置された光重畳手段を用いることにより、他の光ネットワーク装置へのOAM信号（第1群に属さない波長の光）を主信号光に重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光スイッチ回路網に於いてOAM信号光の授受を行うことができ、光スイッチ回路網の監視を行うことができる。

【0129】第45の発明に関しては、光機能回路手段から光信号が出力された後に光重畳手段を挿入し、OAM信号をサブキャリアに変調した光信号を主信号に重畳することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM情報を伝送することができる。

【0130】第46の発明に関して、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた光信号が光機能回路手段に入力される前に、その光信号を、OAM信号が変調された

サブキャリア信号で変調してやることにより、主信号光にOAM信号を重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光機能回路手段から他の光ネットワーク装置へOAM信号の伝送ができる。

【0131】第47の発明に関して、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた光信号が光機能回路手段から出力された後に、その光信号を、OAM信号が変調されたサブキャリア信号で変調してやることにより、主信号光にOAM信号を重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光機能回路手段から他の光ネットワーク装置へOAM信号の伝送ができる。

【0132】第48の発明に関しては、光機能回路手段へ光信号が入力される前に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM情報を伝送することができる。

【0133】第49の発明に関しては、光スイッチ回路網から光信号が出力された後に光重畳手段を挿入し、OAM信号をサブキャリアに変調した光信号を主信号に重畳することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM情報を伝送することができる。

【0134】第50の発明に関して、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた光信号が光スイッチ回路網に入力される前に、その光信号を、OAM信号が変調されたサブキャリア信号で変調してやることにより、主信号光にOAM信号を重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光機能回路手段から他の光ネットワーク装置へOAM信号の伝送ができる。

【0135】第51の発明に関して、他の光ネットワーク装置から伝送されてきた光信号が光スイッチ回路網から出力された後に、その光信号を、OAM信号が変調されたサブキャリア信号で変調してやることにより、主信号光にOAM信号を重畳することができる。従って、光のまま主信号光が通過する光機能回路手段から他の光ネットワーク装置へOAM信号の伝送ができる。

【0136】第52の発明に関しては、光スイッチ回路網へ光信号が入力される前に、光重畳手段を挿入することにより、主信号光にOAM信号光を重畳して、他ノードへ伝送することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置から他の光ネットワーク装置へOAM情報を伝送することができる。

【0137】第53の発明に関しては、予めm本の光伝送路に同一のOAM信号光をm個の光伝送路に分配しておき、それらを光機能回路手段の前段に接続された光分離手段を用いて分離して抽出し、選択手段を用いて選択し光受信手段へ入力することにより、OAM信号を得ることができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネ

ットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0138】第54の発明に関しては、予めm本の光伝送路に同一のOAM信号光をm個の光伝送路に分配しておき、それらを光機能回路手段の前段に接続された光分離手段を用いて分離して抽出し、m個の光受信手段を用いて受信し、受信信号を選択手段を用いて選択することにより、OAM信号を得ることができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報を得ることができる。

【0139】第55の発明に関して、情報処理手段から出力されたOAM信号は光送信手段により光信号に変換され、光分岐手段を用いてm分岐され、光機能回路手段の後段に配置されたm個の光重畳手段により、各光伝送路を通過している主信号光と重畳されて他ノードへと伝送される。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を転送することができる。

【0140】第56の発明に関して、情報処理手段から出力されたOAM信号は分岐手段によりm分岐され、光送信手段により光信号に変換され、光機能回路手段の後段に配置された光重畳手段により、各光伝送路を通過している主信号光と重畳されて他ノードへと伝送される。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を転送することができる。

【0141】第57の発明に関しては、予めm本の光伝送路に同一のOAM信号光をm個の光伝送路に分配しておき、それらを光機能回路手段の前段に接続された光分離手段を用いて分離して抽出し、選択手段を用いて選択し光受信手段へ入力することにより、OAM信号を得ることができる。情報処理手段から出力されたOAM信号は光送信手段により光信号に変換され、光分岐手段を用いてm分岐され、光機能回路手段の後段に配置されたm個の光重畳手段により、各光伝送路を通過している主信号光と重畳されて他ノードへと伝送される。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報の授受を行うことができる。

【0142】第58の発明に関しては、予めm本の光伝送路に同一のOAM信号光をm個の光伝送路に分配しておき、それらを光機能回路手段の前段に接続された光分離手段を用いて分離して抽出し、m個の光受信手段を用いて受信し、受信信号を選択手段を用いて選択することにより、OAM信号を得ることができる。第55の発明に関して、情報処理手段から出力されたOAM信号は光送信手段により光信号に変換され、光分岐手段を用いてm分岐され、光機能回路手段の後段に配置されたm個の光重畳手段により、各光伝送路を通過している主信号光と重畳されて他ノードへと伝送される。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報の授受を行うことができる。

【0143】第59の発明に関しては、予めm本の光伝送路に同一のOAM信号光をm個の光伝送路に分配して

おき、それらを光機能回路手段の前段に接続された光分離手段を用いて分離して抽出し、選択手段を用いて選択し光受信手段に入力することにより、OAM信号を得ることができる。情報処理手段から出力されたOAM信号は分岐手段によりm分岐され、光送信手段により光信号に変換され、光機能回路手段の後段に配置された光重畳手段により、各光伝送路を通っている主信号光と重畳されて他ノードへと伝送される。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報の授受を行うことができる。

【0144】第60の発明に関しては、予めm本の光伝送路に同一のOAM信号光をm個の光伝送路に分配しておき、それらを光機能回路手段の前段に接続された光分離手段を用いて分離して抽出し、m個の光受信手段を用いて受信し、受信信号を選択手段を用いて選択することにより、OAM信号を得ることができる。情報処理手段から出力されたOAM信号は分岐手段によりm分岐され、光送信手段により光信号に変換され、光機能回路手段の後段に配置された光重畳手段により、各光伝送路を通っている主信号光と重畳されて他ノードへと伝送される。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報の授受を行うことができる。

【0145】第61の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置では、m本の光伝送路に同一の第2群に属する波長のOAM信号光を各光伝送路の主信号光（第1群に属する波長の光）に重畳し、第2の光ネットワーク装置へ伝送する。第2の光ネットワーク装置では、各光伝送路において、波長を分離する分離手段を用いて第2群に属する波長のOAM信号光を分離し、その内の1つの光信号をOAM信号として電気変換されたものをOAM信号の情報処理装置へ入力してやることにより、光のまま主信号が通過する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へOAM情報の伝送を行うことができる。

【0146】第62の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置では、第2群に属する波長のOAM信号光をm本の光伝送路から選択して各光伝送路の主信号光（第1群に属する波長の光）に重畳し、第2の光ネットワーク装置へ伝送する。第2の光ネットワーク装置では、各光伝送路において、波長を分離する分離手段を用いて第2群に属する波長のOAM信号光を分離し、伝送されてきたOAM信号光をOAM信号として電気変換されたものをOAM信号の情報処理装置へ入力してやることにより、光のまま主信号が通過する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へOAM情報の伝送を行うことができる。

【0147】第63の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置では、m本の光伝送路に同一の第2群に属する波長のOAM信号光を各光伝送路の主信号光（第1群に属する波長の光）に重畳し、第2の光ネットワーク装

置へ伝送する。第2の光ネットワーク装置では、各光伝送路において、波長を分離する分離手段を用いて第2群に属する波長のOAM信号光を分離し、その内の1つの光信号をOAM信号として電気変換されたものをOAM信号の情報処理装置へ入力してやるが、選択する1つの光信号を時刻と共に異なる光伝送路から伝送されてきたOAM信号光に変化させることにより、光のまま主信号が通過する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へOAM情報の伝送を行うことができる。

10 【0148】第64の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置では、第2群に属する波長のOAM信号光をm本の光伝送路から選択して各光伝送路の主信号光（第1群に属する波長の光）に重畳し、第2の光ネットワーク装置へ伝送する。その際、選択する光伝送路を時刻と共に変化させる。第2の光ネットワーク装置では、各光伝送路において、波長を分離する分離手段を用いて第2群に属する波長のOAM信号光を分離し、伝送されてきたOAM信号光をOAM信号として電気変換されたものをOAM信号の情報処理装置へ入力してやることにより、光のまま主信号が通過する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へOAM情報の伝送を行うことができる。

20 【0149】第65の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置では、m本の光伝送路に同一の第2群に属する波長のOAM信号光を各光伝送路の主信号光（第1群に属する波長の光）に重畳し、第2の光ネットワーク装置へ伝送する。第2の光ネットワーク装置では、各光伝送路において、波長を分離する分離手段を用いて第2群に属する波長のOAM信号光を分離し、その内の1つの光信号をOAM信号として電気変換されたものをOAM信号の情報処理装置へ入力してやる。その際、選択する1つの光信号に障害が発生した場合に他の光伝送路からのOAM信号光を選択するように制御を行う。光のまま主信号が通過する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へOAM情報の伝送を行うことができる。

30 【0150】第66の発明に関しては、第1の光ネットワーク装置では、第2群に属する波長のOAM信号光をm本の光伝送路から選択して各光伝送路の主信号光（第1群に属する波長の光）に重畳し、第2の光ネットワーク装置へ伝送する。その際、伝送しているOAM信号光に障害が発生したら、他の光伝送路を用いてOAM信号を伝送するように制御を行う。第2の光ネットワーク装置では、各光伝送路において、波長を分離する分離手段を用いて第2群に属する波長のOAM信号光を分離し、伝送されてきたOAM信号光をOAM信号として電気変換されたものをOAM信号の情報処理装置へ入力してやることにより、光のまま主信号が通過する第1の光ネットワーク装置から第2の光ネットワーク装置へOAM情報の伝送を行うことができる。

【0151】第67の発明に関しては、予めm本の光伝送路に同一のOAM信号光をm個の光伝送路に分配しておき、それらを光機能回路手段の前段に接続された第1の光分離手段を用いて分離して抽出する。抽出された各OAM信号光のそれぞれに第2の光分離手段を用いてタップすることにより、各光伝送路を伝送している各OAM信号光の受信状態を知ることができる。OAM信号光と同じ光伝送路を伝送している主信号光の光レベル等の状態も監視可能である。第2の光分離手段の出力端の内選択手段に接続されている方へ出力されるOAM信号は、選択手段を用いて選択し光受信手段へ入力され、この光ネットワーク装置はOAM信号を得ることができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができ、光信号の監視を行うことができる。

【0152】第68の発明に関しては、予め主信号光にOAM信号が多重されたものが伝送されてきた時、光分離手段によりOAM信号光を分離し、光受信手段に入力する。受信信号を情報分離手段を用いて第1群のプロトコルの通信を行うOAM情報と第2群のプロトコルの通信を行うOAM情報に分離しそれぞれの処理を行う。それにより、速い応答が必要で、簡単なメッセージだけで良いOAM情報を送るプロトコルと、複雑な処理が必要なプロトコルに分離して通信を行うことができ、OAM情報を光信号のまま通過するノードで効率的にOAM情報を得ることができる。

【0153】第69の発明に関しては、予め主信号光にOAM信号が多重されたものが伝送されてきた時、光分離手段によりOAM信号光を分離し、光受信手段に入力する。受信信号を情報分離手段を用いて第1群のプロトコル（ビットのフレーム上での相対的位置とその値がOAM情報であるビット指向通信）の通信を行うOAM情報と第2群のプロトコルの通信を行うOAM情報に分離しそれぞれの処理を行う。それにより、速い応答が必要で、簡単なメッセージだけで良い第1のプロトコルと、複雑な処理が必要なプロトコルに分離して通信を行うことができ、OAM情報を光信号のまま通過するノードで効率的にOAM情報を得ることができる。

【0154】第70の発明に関しては、OAMの処理を行う情報処理手段からOAM信号を第1群のプロトコルと第2群のプロトコルに分けて出力し、それぞれを重畳した信号を光送信手段を用いて光信号に変換し、光重畳手段を用いて主信号光と重畳して、他の光ネットワーク装置へ伝送する。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を伝送することができる。

【0155】第71の発明に関しては、OAMの処理を行う情報処理手段からOAM信号を第1群のプロトコル（ビットのフレーム上での相対的位置とその値がOAM情報であるビット指向通信）と第2群のプロトコルに分

けて出力し、それぞれを重畳した信号を光送信手段を用いて光信号に変換し、光重畳手段を用いて主信号光と重畳して、他の光ネットワーク装置へ伝送する。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を伝送することができる。

【0156】第72の発明に関しては、予めm本の光伝送路中に第1群のプロトコルを用いて通信する第1のOAM情報と第2群のプロトコルを用いて通信する第2のOAM情報（m本の光伝送路に関するOAM情報が重畳されている）からなるOAM信号光が主信号光に重畳されて伝送されてくる系に於いて、光機能回路手段に接続された光分離手段を用いて各光伝送路のOAM信号光のみを主信号から分離し、選択手段を用いて1つのOAM信号のみをOAM情報処理手段に入力し、第1のプロトコル処理手段には第1のOAM情報を入力し処理し、第2のプロトコル処理手段にはそれぞれの光伝送路に関する第2のOAM情報を入力し処理して、各OAM情報を得る。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0157】第73の発明に関しては、予めm本の光伝送路中に第1群のプロトコルを用いて通信する第1のOAM情報と第2群のプロトコル（ビットのフレーム上での相対的位置とその値がOAM情報であるビット指向通信）を用いて通信する第2のOAM情報（m本の光伝送路に関するOAM情報が重畳されている）からなるOAM信号光が主信号光に重畳されて伝送されてくる系に於いて、光機能回路手段に接続された光分離手段を用いて各光伝送路のOAM信号光のみを主信号から分離し、選択手段を用いて1つのOAM信号のみをOAM情報処理手段に入力し、第1のプロトコル処理手段には第1のOAM情報を入力し処理し、第2のプロトコル処理手段にはそれぞれの光伝送路に関する第2のOAM情報を入力し処理して、各OAM情報を得る。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を得ることができる。

【0158】第74の発明に関しては、情報処理手段から出力されるOAM信号を第1のOAM情報（第1群のプロトコルによる通信を行う）と第2のOAM情報（第2群のプロトコルによる通信を行い、各光伝送路に関するOAM情報を持つ）に分離して出力し処理した後、OAM信号を重畳し、光分岐送信手段へ入力させる。光分岐送信手段の出力信号光は、各光重畳手段へ入力し、各光重畳手段で主信号光と重畳し、各光伝送路にOAM信号を伝送する。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を伝送することができる。

【0159】第75の発明に関しては、情報処理手段から出力されるOAM信号を第1群のプロトコルによる通信を行う第1のOAM情報と第2群のプロトコル（ビットのフレーム上での相対的位置とその値がOAM情報で



あるビット指向通信)による通信を行う第2のOAM情報(各光伝送路に関するOAM情報を持つ)に分離して出力し処理した後、OAM信号を重畳し、光分岐送信手段へ入力させる。光分岐送信手段の出力信号光は、各光重畳手段へ入力し、各光重畳手段で主信号光と重畳し、各光伝送路にOAM信号を伝送する。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置からOAM情報を伝送することができる。

【0160】第76の発明に関しては、光のまま光信号が通過する光伝送路中に光分離手段を挿入し、それにより分離したOAM信号光を光受信手段に入力してOAM信号を得て、情報処理手段にOAM情報を入力する。情報処理手段では、OAM情報の処理を行った後、OAM信号と信号出力装置とからの信号を重畳し、光送信手段により光信号に変換し、他の光ネットワーク装置へ伝送する。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報の授受を行うことができる。

【0161】第77の発明に関しては、光機能回路手段に接続された光受信手段を用いて信号を受信した後、信号分離手段を用いてOAM信号(伝送されてきた光伝送路に関するOAM情報のみではなく、光信号のまま通過する光信号が伝送されている光伝送路のOAM情報も含む)とOAM信号でない信号に分離し、OAM信号を情報処理手段に入力する。情報処理手段では、OAM情報の処理を行った後、信号重畳手段を用いて信号出力手段からの信号と重畳し、光送信手段を用いて光信号に変換し、他ノードへと伝送する。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報の授受を行うことができる。

【0162】第78の発明に関しては、光スイッチ回路網に接続された光受信手段を用いて信号を受信した後、信号分離手段を用いてOAM信号(伝送されてきた光伝送路に関するOAM情報のみではなく、光信号のまま通過する光信号が伝送されている光伝送路のOAM情報も含む)とOAM信号でない信号に分離し、OAM信号を情報処理手段に入力する。情報処理手段では、OAM情報の処理を行った後、信号重畳手段を用いて信号出力手段からの信号と重畳し、光送信手段を用いて光信号に変換し、他ノードへと伝送する。電氣的に終端される光信号が少なくとも1つ入力され、電氣的に終端される光信号が少なくとも1つ出力されることにより、必ずこの光ネットワーク装置では、他の光ネットワーク装置からOAM信号を受信することができ、他の光ネットワーク装置へOAM信号を送信することができる。従って、光のまま主信号が通過する光ネットワーク装置に於いてOAM情報の授受を行うことができる。

【0163】

【実施例】以下、実施例を示して本発明を詳しく説明する。

【0164】以下の説明で、サブキャリアを主信号に重

畳すると説明した箇所は、サブキャリア周波数は主信号の持つ周波数成分に影響を及ぼさない周波数を持ち、サブキャリアの変調度は、主信号の受信を妨げない程度の変調度であるものを用いる。又、以下の説明で、光送信器として、DFB(分布帰還)レーザダイオードを用いて構成することができる。又、以下の説明で、光受信器としてAPD(アバランシェ・フォト・ダイオード)を用いて構成することができる。

【0165】第1の発明の実施例について、図1を用いて説明する。

【0166】図1は、第1の発明の第1の実施例を示すブロック図である。図1に於いて、107は光ネットワーク・ノード(光ネットワーク装置)を表す。101は光受信器(光受信手段)、102は光スイッチ回路網(光機能回路手段)、103、106は光伝送路、104は光を光スイッチ回路網102の入力端へ出力する光パワーと光受信器101の入力端へ出力する光パワーの比が、95:5である方向性結合型光カップラ(光分離手段)で、105は光受信器101から得た信号を処理する情報処理装置(情報処理手段)で、ワークステーションを用いることができる。

【0167】光スイッチ回路網102として、図42に示すように、LiNbO<sub>3</sub>を用いて作られた8×8のマトリクス光スイッチを複数組み合わせで作られる64×64の光スイッチ回路網(白垣ら、イー・シー・オー・シー'93(EOCOC'93:European Conference on Optical Communication)プロシーディング第2巻、TuP 5.3, 153ページ参照)を用いることができる。光スイッチ回路網102へは、多数の光伝送路が入出力されるが、説明の便宜上、図中には1本の入力光伝送路と1本の出力光伝送路しか記していない。光伝送路中には、例えば、SDH(Synchronous Digital Hierarchy:CCITT Blue Book-Recommendation G.707, G.708, G.709参照)の伝送フレームを用いた光信号を伝送することができる。

【0168】光伝送路103から伝送されてきた光信号は光スイッチ回路網102に入力されるが、光カップラ104や光受信器101が接続されていない場合、光スイッチ回路網102を光信号のまま通過してしまうので、光スイッチ回路網102のスイッチ状態を変更する命令等のようなネットワークの運用、管理及び保守情報(以下、OAM(Operation, Administration, and Maintenance)情報と呼ぶ)を受け取ることができない。

【0169】しかし、本発明の光ネットワーク装置では、光カップラ104で約5%の光をタップし、光受信器101を用いて受信することができる。その後は、SDHの通常のSOH(Section Overhea

10

20

30

40

50

d) の処理を行うことにより、OAM情報を受け取ることができる。具体的には、SDH伝送フレームを時分割多重分離しSOH中で予め定めた光ネットワークのOAM用のバイトを抽出して通信を行う。

【0170】又、受信した信号の光パワーや、誤り率を監視することにより、伝送されてきた光伝送路に障害が起こったかどうかを判定することができ、光のまま抜けていく光信号が光スイッチ回路網102を通る場合でも、光スイッチ回路網102に入力される前の光伝送路に障害が起こったかどうかの判定や、信号品質の監視を行うことができる。例えばSDHの場合、SOH中のB1バイトを監視することによりパリティチェックができる。

【0171】このように、光伝送路中には、SDHのように主信号の他に光ネットワークのOAM情報を時分割多重により、埋め込んだ光信号を予め伝送しておき、光カップラ104で、一部分岐し、光信号を受信し、OAM情報の部分のみを時分割多重分離して、光のまま光信号が抜けていくノード107に於いてOAM情報を得ることができる。又、光のまま光信号が通過する光機能回路を、既存のネットワークに追加する際に、本実施例では既存のSDH伝送フレームの一部を拡張して用いるので、光ネットワークのOAM用として光送受信器を増加する必要がなく、スムーズに、かつ、低コストで、ノードを光信号のまま通過する光機能回路手段（ここでは光スイッチ回路網）を導入することができる。

【0172】尚、第1の実施例に於いて、光伝送路中を伝送する光信号のフレームとして、SDHを用いたが、例えばSONETのように、光信号中に主信号とOAM情報と時分割多重する伝送フレームを用いても、本発明は適用できる。

【0173】次に、第1の発明の第2の実施例について図1を用いて説明する。

【0174】図1と同じ構成を用いる。主信号光にOAM情報を載せたサブキャリアを重畳することにより、光伝送路103を伝送させる。図1のノード構成に於いて、光受信器101（光受信手段）はサブキャリアを復調する（副搬送波の周波数成分のみを抽出し、そこに変調されている信号を復調する）ことができるものを用いる。このような装置を用いることにより、光ネットワークのOAM情報を得ることができ、又、受信するサブキャリアを監視することにより、光信号や、光伝送路の監視を行うことができる。

【0175】次に、第1の発明の第3の実施例について図2を用いて説明する。

【0176】図2は、第1の発明の第3の実施例を示すブロック図である。図2に於いて、ノード207は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。ノード207は、第1の発明の第1の実施例を示す図1の構成で、光分離手段として、光カップラ104を用いず

に、WDMカップラ（Wavelength Division multiplexカップラ：ここでは、分岐損が殆どなく波長を分離できる分離手段として用いる。）204を用いたもので、本発明の実施例として用いることができる。WDMカップラ204は1.31μmの波長の光を光スイッチ回路網202に接続された出力端に出力し、1.55μmの波長の光を光受信器201に接続された出力端へ出力するWDMカップラ（光分離手段）である。207は光ネットワーク・ノード（光ネットワーク装置）を示す。

【0177】光伝送路中に、主信号をSDHの伝送フレームを用い1.31μmの波長の光信号を用いて伝送する。又、光ネットワークのOAM情報を伝送する光信号（以下、ここではOAM信号光と呼ぶ）を1.55μmの波長の光信号を用いて伝送する。

【0178】WDMカップラ204で1.55μmのOAM信号光を受信器101へ入力させ、光受信器101を用いてOAM信号光を受信することができ、OAM情報を得ることができる。

【0179】又、光受信器101で得られる光信号の状態から、光伝送路の状態を監視することができる。光スイッチ回路網102の前に接続されている光伝送路が、切れたら、光受信器101でOAM信号を受信することができないので、光スイッチ回路網102に入力される前の光伝送路103に障害を起こしたことがわかる。

【0180】尚、この実施例において、1.31μmの波長の光信号と、1.55μmの波長の光信号を分離するWDMカップラを用いたが、光信号が分離できれば、この波長帯に限らず、任意の波長帯に分離するWDMカップラを用いても、本発明は適用できる。

【0181】次に、第2の発明の実施例について説明する。図2は、第2の発明の一実施例を示すブロック図である。図2において207は、光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。第2の発明は、第1の発明の光分離手段を、WDMカップラのような波長を分離する手段に限定するものであり、詳細は第1の発明の第3の実施例にて説明した。204はWDMカップラ（光分離手段）で、第1群に属する波長として、1.31μmの波長、第2群に属する波長として1.55μmの波長を用いることができる。

【0182】第2の発明には、第1の発明を限定するものであるが、以下の効果がある。

【0183】第1の実施例の光カップラ104を用いる場合は、分岐による分岐損があるが、第2の発明では、WDMカップラ204を用いて、主信号光とOAM情報を伝送する信号光とに分離しているので、分岐損が無く、本発明の導入による主信号系のロス・バジェットの増大が小さい。又、波長分割多重技術を用いているので、第1の発明の実施例2を用いる場合のようにサブキャリアを重畳できるように既存の送信器を変更する必要



が無く、経済的に導入できるという利点がある。又、波長分割多重技術を用いると、第1の実施例、第2の実施例を用いる場合と比較して、OAM回線の大容量化が自由にできる。又、導入後に、OAM回線のアップグレードを行いたい時でも、主信号系の光送信器と異なる光送信器を用いているので、主信号系と独立にアップグレードを行うことができ、アップグレードが容易である。

【0184】次に第3の発明の実施例について図3を用いて説明する。

【0185】図3は、第3の発明の一実施例を示すブロック図である。主信号光は1.31 $\mu$ mの波長の光を用いて伝送する。図3に於いて、307は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。302は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、303は光伝送路、301は1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器（光送信手段）、304は、入力された2つの光を1:1のパワー比で結合する方向性結合型光光カップラで、ここでは、光スイッチ回路網302の出力端からの入力光と光送信器301の出力端からの入力光とのカップラ（光重畳手段）として用いる。305はOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網302として、第1の発明の実施例で用いられた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0186】光信号は光スイッチ回路網302を光信号のまま通過してしまうので、光カップラ304や光送信器301が接続されていない場合、光スイッチ回路網302中のスイッチ状態を変更する命令等のようなネットワークのOAM情報を他ノードへ伝送することができない。

【0187】しかし、本発明の光ネットワーク装置では、情報処理装置305からのOAM情報を光送信器301を用いて主信号光（1.31 $\mu$ m）と異なる波長（1.55 $\mu$ m）の光にすることができ、これと主信号光とを光カップラ304で、重畳することにより、主信号の他にOAM信号の伝送が可能となる。この光信号が伝送されるノードでは、1.55 $\mu$ mと1.31 $\mu$ mの波長を分離するWDMカップラを用いて1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光を抽出することができる。この光信号が伝送されてきたノードでは、第2の発明の実施例である図2に示すノードを用いてOAM信号のみ抽出できる。

【0188】尚、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0189】例えば、実施例では光カップラ304を用いているが、WDMカップラを用いて主信号光の波長とOAM信号光の波長を重畳することによっても、本発明は適用できる。

【0190】又、実施例では、光送信手段として、光送信器301を用いたが、送出する光信号の偏波が主信号

光と直交する偏波であるように偏波制御された光送信器を用い、主信号光とOAM信号光とを偏波多重して伝送し、受信ノード側では、偏光スプリッタを用いて偏波分離する方法を用いても、本発明は適用できる。偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO<sub>3</sub>のような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0191】次に第4の発明の実施例について、図4を用いて説明する。

【0192】図4は、第4の発明の一実施例を示すブロック図である。図4に於いて、409は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。403は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、407、408は光伝送路、401は1.55 $\mu$ mの光の受信が可能な光受信器（光受信手段）、405は、1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器（光送信手段）、404は、光カップラであり第3の発明の実施例で用いた光カップラ304と同じものを用いることができる。ここでは、光スイッチ回路網403の出力端からの信号光と光送信器405の出力端からの光信号とのカップラ（光重畳手段）として用いている。402は、光伝送路407から入力された光の内1.31 $\mu$ mの波長の光を光スイッチ回路網403に接続された出力端に出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光受信器401に接続された出力端へ出力するWDMカップラ（光分離手段）である。406は光受信器401から得た信号を処理する情報処理装置（情報処理手段）で、ワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網403として、第1の発明で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0193】光伝送路407には1.31 $\mu$ mの波長の主信号光の他に、OAM情報を1.55 $\mu$ mの波長の光信号（以下OAM信号光と呼ぶ）を用いて伝送する。ノード409に到着した光はWDMカップラ402によりOAM信号光と主信号光とに分離され、主信号光は光スイッチ回路網403へ入力され、OAM信号光は光受信器401へ入力される。光受信器401を用いて受信されたOAM信号は情報処理装置406で情報処理され、OAM情報を書き換えて光送信器405へ入力する。光送信器405から出力される新たな（書き換えられた）OAM信号光は、光カップラ404に於いて、光スイッチ回路網403を通して来た主信号光と重畳され、光伝送路408へ入力され、他ノードへ伝送される。

【0194】このように、主信号光とOAM信号光を波長分割多重して伝送している系に於いて、WDMカップラ401を用いているので、1.55 $\mu$ mのOAM信号のみを抽出することができ、情報処理装置406で情報処理し、OAM情報を書き換えた後、再び、主信号（1.31 $\mu$ m）と異なる波長（1.55 $\mu$ m）のOAM信号光を生成し、主信号と重畳して伝送できる構成になっているので、光信号のまま通過するノードで、光ネ

ットワークのOAM信号の授受を行うことができる。この光信号が伝送されるノードにおいては、このノードと同じく1.31 $\mu$ mと1.55 $\mu$ mの波長の光を分離するWDMカップラを用いることにより、OAM信号光のみを抽出でき、OAM情報を得ることができる。

【0195】又、光受信器401にて受信する光信号の状態（受信レベル、誤り率等）を監視することにより、光伝送路407の断状態等がわかる。

【0196】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0197】例えば、光分離手段としてWDMカップラ402を用いたが、予めOAM情報を変調したサブキャリアを主信号光に重畳しておき、WDMカップラの替わりに光カップラを用いて、主信号光の一部をタップし、光受信器401として、サブキャリア信号を受信でき、OAM情報を復調できる受信器を用いることにより、OAM情報を得ることができ、本発明は適用できる。

【0198】第5の発明の実施例について図5を用いて説明する。

【0199】図5は、第5の発明の一実施例を示すブロック図である。図5に於いて、509は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。503は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、507、508は光伝送路である。505は、光スイッチ回路網503、光伝送路507、508を通る主信号光とは異なる波長である1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器（光送信手段）である。504は、入力された光を1:1の光パワーの比で結合して出力する方向性結合型光カップラ（光重畳手段）で、ここでは、WDMカップラ502の出力端からの光信号と光送信器505の出力端からの光信号とのカップラとして用いる。502は1.31 $\mu$ mの波長の光を光カップラ504の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光受信器501の方へ出力するように接続されているWDMカップラ（光分離手段）である。506は光受信器501から得た信号を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網503として、第1の発明の実施例の光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。光伝送路中に伝送される主信号光はSDHの伝送フレームを用いる。

【0200】図5に示すように、第5の発明は第4の発明の接続順序が入れ替わっただけであり、作用、効果、本実施例に限定されないこと等は第4の発明の実施例の説明と同じである。

【0201】第6の発明の実施例について図6を用いて説明する。

【0202】図6は、第6の発明の一実施例を示すブロック図である。図6に於いて、609は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。603は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、607、608は光伝

送路である。602は1.31 $\mu$ mの波長と1.55 $\mu$ mの波長の光を分離するWDMカップラ（光分離手段）である。605は、光スイッチ回路網603、光伝送路607、608を通る主信号光とは異なる波長である1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器（光送信手段）、604は、入力された2つの光を1:1のパワーの比で結合して出力する方向性結合型光カップラで、ここでは、WDMカップラ602の出力端からの光信号と光送信器606の出力端からの光信号とのカップラ（光重畳手段）として用いる。602は1.31 $\mu$ mの波長の光を光スイッチ回路網603に接続された出力端に出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光受信器601に接続された出力端へ出力するように接続されている。606は光受信器601から得た信号を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網603として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102を用いることができる。光伝送路中に伝送される主信号光として、SDHの伝送フレームを用いることができる。

【0203】図6に示すように、第6の発明は第4の発明の接続順序が入れ替わっただけであり、作用、効果の説明は第4の発明の実施例の説明と同じである。

【0204】第7の発明の実施例は、第1の発明の実施例に於いて説明したものと同じものを用いることができる。光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。動作や、作用の説明は第1の発明の実施例の説明と同様である。

【0205】第8の発明の実施例は、第2の発明の実施例に於いて説明したものと同じものを用いることができる。光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。動作や、作用の説明は第1の発明の実施例の説明と同様である。

【0206】第9の発明の実施例は、第3の発明の実施例に於いて説明したものと同じものを用いることができる。光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。動作や、作用の説明は第1の発明の実施例の説明と同様である。

【0207】第10の発明の実施例は、第4の発明の実施例に於いて説明した。光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。動作や、作用の説明は第1の発明の実施例の説明と同様である。

【0208】第11の発明の実施例は、第4の発明の実

施例に於いて説明したものと同一ものを用いることができる。第1群に属する波長として1.31 $\mu$ mの波長、第2群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長を用いることができる。光分離手段を限定する効果について以下に説明する。動作や、作用の説明は第1の発明の実施例の説明と同様である。

【0209】光分離手段として、WDMカップラを用いずに光カップラを用いて分岐する場合は、分岐による分岐損があるが、第11の発明では、WDMカップラを用いて主信号光とOAM情報を伝送する信号光とに分離している10ので、分岐損が無く、主信号系のロス・バジレットの変更が殆どないので、予め敷設された主信号系に変更を加えることなく導入することができる。又、波長分割多重技術を用いているので、サブキャリアを用いる場合のようにサブキャリアを重畳できるように送信器を変更する必要が無く、経済的に導入できるという利点がある。又、導入後に、OAM回線のアップグレードを行いたい時でも、主信号系の光送信器と異なる光送信器を用いているので、主信号系と独立にアップグレードを行うことができ、アップグレードが容易である。

【0210】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0211】例えば、光送信手段として1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器405を用いたが、光伝送路408が接続されている光ネットワークノードで主信号光とOAM信号光とが分離可能な波長であれば、1.55 $\mu$ mの波長の光送信器に限定されるものではない。

【0212】第12の発明の実施例について説明する。第1群に属する波長として1.31 $\mu$ mの波長、第2群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長を用いることができる。第12の発明は第11の発明の接続順序が入れ替わっただけであり、実施例は第5の発明の実施例に示したものと同一ものを用いることができる。作用、効果は第11の発明の実施例の説明と同じである。

【0213】第13の発明の実施例について説明する。第1群に属する波長として1.31 $\mu$ mの波長、第2群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長を用いることができる。第13の発明は第11の発明の接続順序が入れ替わっただけで、実施例は第6の発明の実施例に示したものと同一ものを用いることができる。作用、効果は第11の発明の実施例の説明と同じである。

【0214】第14の発明は、第11の発明に於いて、光機能回路網手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0215】第15の発明の実施例について、図7を用いて説明する。

【0216】図7は、第15の発明の一実施例を示すブロック図である。図7に於いて、721は光ネットワー

クのノード（第1の光ネットワーク装置）で、722は光ネットワークのノード（第2の光ネットワーク装置）である。706、707は光スイッチ回路網であり、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。701は1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器、702は光カップラ、703、710、711は光伝送路、704は、1.55 $\mu$ mの波長の光を光受信器705の方へ出力し1.31 $\mu$ mの波長の光を光スイッチ回路網707の方へ出力するWDMカップラである。705は、1.55 $\mu$ mの波長の光信号の受信が可能な光受信器（光受信手段）である。708、709はOAM情報を処理し、他ノードからの命令により光スイッチ回路網706、707の入力端と出力端との接続状態を変化させたり、逆に他ノードの光スイッチ回路網の入力端と出力端との接続状態を変化させたりする。

【0217】主信号は、1.31 $\mu$ mの波長の光で伝送されてきており（第1群に属する波長）、OAM情報は、光送信器701を用いて、1.55 $\mu$ mの波長（第2群に属する波長）の光を用いて伝送される。今、ノード721からノード722へOAM情報を伝送する本発明の方法を述べる。ノード721に於いて、情報処理装置708で処理され、他ノードへ伝達されるべき、OAM情報は光送信器701へ入力される。光送信器701へ入力されたOAM信号は、1.55 $\mu$ mの波長の光信号（ここではOAM信号光と呼ぶ）に変換され、光カップラ702へ入力する。光カップラ702では、光伝送路710を伝送して光スイッチ回路網706を光のまま通過してきた1.31 $\mu$ mの波長の光信号と重畳され、光伝送路703へは、主信号光とOAM信号光とが重畳された光信号が入力される。ノード722に於いて、伝送されてきた光信号は、WDMカップラ704へ入力され、1.31 $\mu$ mの波長である主信号光は光スイッチ回路網707の方へ入力され、1.55 $\mu$ mの波長であるOAM信号光は、光受信器705の方へ入力される。光受信器705では、OAM信号光を電気信号に変換し、情報処理装置709でOAM情報を得てOAM情報の処理を行う。このようにして、ノード721からノード722へのOAM情報の伝送が行われる。

【0218】この実施例で説明したように、主信号が光スイッチ回路網706を通過した後に異なる波長のOAM信号を主信号光に重畳し、次のノードの光機能回路手段（ここでは光スイッチ回路網）に入力される前に、WDMカップラでOAM信号光のみを抽出でき、OAM信号の授受が可能となる。

【0219】本発明を適用することにより、光信号のまま通過するノード間でOAM信号の授受を行うことが可能となる。

【0220】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0221】例えば、実施例では、主信号光として1.31  $\mu\text{m}$ の波長の光、OAM信号光として1.55  $\mu\text{m}$ の光を用いたが、WDMカップラにて波長分離できる波長の組み合わせであれば、他の波長の組み合わせの系を用いても、本発明は適用できる。

【0222】第16の発明は、第15の発明の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものであり、光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。その実施例は、第15の発明の実施例に示した。

【0223】第17の発明の実施例について、図8を用いて説明する。

【0224】図8は、第17の発明の一実施例を示すブロック図である。図8に於いて、807は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。801は1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光が受信可能な光受信器（光受信手段）、802は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、803、806は光伝送路、805は情報処理装置（情報処理手段）、804は入力光の内1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光を光受信器801の方へ出力し、1.31  $\mu\text{m}$ の波長の光を光伝送路803の方へ出力するように接続された1.55  $\mu\text{m}$ の波長と1.31  $\mu\text{m}$ の波長のWDMカップラ（光分離手段）である。情報処理装置805としては、ワークステーションを用いる。光スイッチ回路網802として第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網と同じものを用いることができる。

【0225】光伝送路806から光スイッチ回路網802、WDMカップラ804、光伝送路803を通る光信号は、1.31  $\mu\text{m}$ の波長の主信号光である。1.31  $\mu\text{m}$ の波長の主信号に1.55  $\mu\text{m}$ の波長のOAM信号光が重畳された光信号が光スイッチ回路網802へ入力される。光スイッチ回路網802を通過した光信号はWDMカップラ804により、1.55  $\mu\text{m}$ の波長の主信号光は光伝送路803へ出力され、OAM信号光は光受信器801へ出力される。このように光スイッチ回路網802にWDMカップラ804を接続してOAM信号光を抽出することが可能なノード構成となっていることより、光信号のまま通過するノードで光ネットワークのOAM情報を得ることができる。

【0226】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0227】例えば、実施例では光分離手段として、WDMカップラ804を用いたが、これを用いる替わりに光カップラを用い、予め主信号光中で時分割多重してOAM信号を主信号光に埋め込み、それを光カップラで一部タップして光受信器801を用いて受信してOAM情報を得ても、本発明は適用できる。光分離手段として、光分岐器や、WDMカップラを用いずに、光分離手段として、偏向制御器と偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号をTE偏向、OAM情報

を伝送する光信号をTM偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM偏向の光のみを抽出してOAM情報を得る。偏光制御器としては、ファイバに圧力をかけ偏光を変えて制御する装置を用いることができ、偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO<sub>3</sub>のような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0228】次に第18の発明の実施例について説明する。第1群に属する波長として1.31  $\mu\text{m}$ の波長、第2群に属する波長として1.55  $\mu\text{m}$ の波長を用いることができる。第18の発明は第17の発明に用いられている「光分離手段」として、WDMカップラのような波長を分離する手段に限定するもので、その実施例は第17の発明の実施例中に示した。

【0229】光分離手段としてWDMカップラ804を用いることにより、主信号系に与えるロス・バジェットの変更が少なく、経済的に既存のネットワークへ導入が可能となる。又、WDMカップラ804は、OAM信号用として用いている波長の光を抜き去ってしまうので、WDMカップラ804を通った後の光には、主信号以外の光信号が重畳されておらず、閉じた系を作ることができるので、情報の書き換えが可能であり監視がやり易い。

【0230】次に、第19の発明の実施例について、図9を用いて説明する。

【0231】図9は、第19の発明の一実施例を示すブロック図である。図9に於いて、907は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。902は光スイッチ回路網（光機能回路手段）である。903は光伝送路、901は光スイッチ回路網902、光伝送路903を通る主信号光（1.31  $\mu\text{m}$ ）とは異なる波長である1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光を送出する光送信器（光送信手段）、904は、入力された2つの光を1:1のパワーの比で結合して出力する方向性結合型光カップラで、ここでは、光伝送路903からの光信号と光送信器901の出力端からの光信号とを重畳するカップラ（光重畳手段）として用いる。905はOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網902として、第1の発明の実施例で用いられた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0232】光信号は光スイッチ回路網902を光信号のまま通過してしまうので、光カップラ904や光送信器901が接続されていない場合、光スイッチ回路網902中のスイッチ状態を変更する命令等のようなOAM情報を他ノードへ伝送することができない。

【0233】しかし、本発明の光ネットワーク装置では、情報処理装置905からのOAM情報を光送信器901を用いて主信号光（1.31  $\mu\text{m}$ ）と異なる波長（1.55  $\mu\text{m}$ ）の光に変換することができ、これと主

信号光とを光カップラ 904 で、重畳することにより、主信号の他に OAM 信号の伝送が可能となる。この光信号を受信するノードにおいては第 2 の発明の実施例を示す図 2 の構成のノードを用いることにより、OAM 信号を得ることができる。

【0234】尚、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0235】例えば、実施例では光重畳手段として、光カップラ 904 を用いているが、WDM カップラを用いて主信号光の波長と OAM 信号光の波長を重畳することによっても、本発明は適用できる。

【0236】又、実施例では、光機能回路手段として光スイッチ回路網 902 を用いているが、エルビウム・ドープト・ファイバ増幅器や、半導体光増幅器等の光増幅器を用いても本発明は適用できる。

【0237】又、実施例では光送信手段として光送信器 901 を用いたが、送出する光信号の偏波が主信号光と直交する偏波である光送信器を用い、主信号光と OAM 信号光とを偏波多重しても、本発明は適用できる。

【0238】第 20 の発明の実施例について、図 10 を用いて説明する。

【0239】図 10 は、第 20 の発明の一実施例を示すブロック図である。図 10 に於いて、1021 は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。1003 は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、1007、1008 は光伝送路、1005 は、1.55  $\mu\text{m}$  の波長の光を送出する光送信器（光送信手段）、1001 は 1.55  $\mu\text{m}$  の波長の光信号を受信する光受信器（光受信手段）である。1004 は、入力された 2 つの光を 1:1 のパワーの比で結合して出力する方向性結合型光カップラで、ここでは、光伝送路 1007 からの光信号と光送信器 1005 の出力端からの光信号とのカップラ（光重畳手段）として用いる。1002 は、入力された光の内 1.31  $\mu\text{m}$  の波長の光を光伝送路 1008 に接続された出力端に出力し、1.55  $\mu\text{m}$  の波長の光を光受信器 1001 に接続された出力端へ出力するように接続された 1.55  $\mu\text{m}$  の波長と 1.31  $\mu\text{m}$  の波長を分離する WDM カップラ（光分離手段）である。1006 は光受信器 1001 から得た信号を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網 1003 として、第 1 の発明で用いた光スイッチ回路網 102 と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0240】光スイッチ回路網 1003 中には、1.31  $\mu\text{m}$  の波長の主信号光の他に、光スイッチ回路網 1003 の監視のための監視信号を 1.55  $\mu\text{m}$  の波長の光を用いて伝送する。光送信器 1005 から出力される光スイッチ回路網 1003 監視のための監視信号光は、光カップラ 1004 に於いて、光伝送路 1007 を通って来た主信号光と重畳され、光スイッチ回路網 1003 へ

入力される。光スイッチ回路網 1003 を通って WDM カップラ 1002 に到着した監視信号光は監視信号光と主信号光とに分離され、主信号光は、他ノードへ伝送される。監視信号光は光スイッチ回路網 1003 へ入力され、光受信器 1001 へ入力される。

【0241】このように、主信号光と監視信号光を波長分割多重して伝送している系に於いて、WDM カップラ 1001 を用いているので、1.55  $\mu\text{m}$  の監視信号のみを抽出することができる。光受信器 1001 にて受信する光信号の状態（受信レベル、誤り率等）を監視することにより、光スイッチ回路網 1003 の光ロスの状態の変化等がわかり、光スイッチ回路網 1003 の監視を行うことができる。得られた情報により、情報処理装置 1006 は、場合により光スイッチの接続状態を変えるように光スイッチ回路網 1003 に信号を送出する。

【0242】尚、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0243】例えば、WDM カップラ 1002 として、1.31  $\mu\text{m}$  と 1.55  $\mu\text{m}$  の波長を分離する WDM カップラを用いたが、主信号光が 1.31  $\mu\text{m}$ 、監視信号光が 1.55  $\mu\text{m}$  の波長でない場合でも、主信号光と監視信号光とに用いている波長を分離できる WDM カップラを用いれば、本発明は適用できる。

【0244】又、この実施例では、光分離手段として WDM カップラ 1002 を用いたが、予め OAM 情報を変調したサブキャリアを主信号光に重畳しておき、WDM カップラの代わりに光カップラを用いて、主信号光の一部をタップし、光受信器 1001 として、サブキャリア信号を受信でき、OAM 情報を復調できる受信器を用いることにより、OAM 情報を得ることができ、本発明は適用できる。

【0245】又、光分離手段として、WDM カップラ 1004 を用いたが、これを用いる代わりに光カップラを用い、予め主信号光中で時分割多重して監視信号を主信号光に埋め込み、それを光カップラで一部タップして光受信器 1001 を用いて受信して OAM 情報を得ても、本発明は適用できる。光分離手段として光カップラや、WDM カップラを用いたが、偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号を TE 偏向、OAM 情報を伝送する光信号を TM 偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM 偏向の光のみを抽出して OAM 情報を得る。偏光スプリッタとしては、例えば LiNbO<sub>3</sub> はのような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0246】第 21 の発明の実施例について説明する。第 1 群に属する波長として 1.31  $\mu\text{m}$  の波長、第 2 群に属する波長として 1.55  $\mu\text{m}$  の波長を用いることができる。第 21 の発明は第 20 の発明に用いられている光分離手段として、WDM カップラのような波長分離手段に限定するもので、その実施例は第 20 の発明の実施

例中に示した。

【0247】以下に限定することによる効果を示す。

【0248】光分離手段としてWDMカップラ1004を用いることにより、分岐損がないので主信号系に与えるロスバジェットの変更が少なく、経済的に既存のネットワークへ導入が可能となる。又、WDMカップラ1002は、監視信号用として用いている波長の光を抜き去ってしまうので、WDMカップラ1002を通った後の光には、主信号以外の光信号が重畳されておらず、閉じた系を作ることができるので、監視がやり易い。

【0249】第22の発明の実施例は、第17の発明の実施例に於いて説明した、光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0250】第23の発明の実施例は、第18の発明の実施例に於いて説明した光ネットワーク装置の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0251】第24の発明の実施例は、第19の発明の実施例に於いて説明した光ネットワーク装置の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0252】第25の発明の実施例は、第20の発明の実施例に於いて説明した光ネットワーク装置の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0253】第26の発明の実施例は、第21の発明の実施例に於いて説明した光ネットワーク装置の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0254】第27の発明の実施例について説明する。第27の発明の実施例は、第20の発明の実施例を示す図10中のノード1021を用いることにより実現可能で、その実現方法は第20の発明の実施例に於いて説明した。

【0255】第28の発明の実施例について説明する。第28の発明の実施例は、第27の発明の実施例の光ネットワークのOAM情報の伝送方式に於いて、用いる光ネットワーク装置を特に光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0256】第29の発明の実施例について、図11を用いて説明する。

【0257】図11は、第29の発明の一実施例を示す

ブロック図である。図11に於いて、1121は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。1103は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、1101は1.55 $\mu$ mの波長の光の受信が可能な光受信器（第1の光受信手段）、1112は1.55 $\mu$ mの波長の光の受信が可能な光受信器（第2の光受信手段）、1107、1108は光伝送路、1105は1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器（第1の光送信手段）、1109は1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器（第2の光送信手段）、1104、1110は、入力された2つの光を1:1の光パワー比で結合する方向性結合型光分岐器（光カップラ）である。1102、1111は、入力された光の内1.31 $\mu$ mの波長の光と1.55 $\mu$ mの波長の光とに分離して出力するWDMカップラである。1104は、WDMカップラ1111の出力端からの光信号と光送信器1112の出力端からの光信号とのカップラ（第2の光重畳手段）として用いる。1110は、WDMカップラ1102からの出力信号と光送信器1109からの光信号とのカップラ（第1の光重畳手段）として用いる。1102は、1.31 $\mu$ mの光を光カップラ1110の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの光を光受信器1101の方へ出力するように接続されたWDMカップラ（第1の光分離手段）である。1111は、1.31 $\mu$ mの光を光カップラ1104の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの光を光受信器1112の方へ出力するように接続されたWDMカップラ（第2の光分離手段）である。1106は光受信器1101から得た信号を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網1103として、第1の発明で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0258】光伝送路1107には1.31 $\mu$ mの波長の主信号光の他に、OAM情報を1.55 $\mu$ mの波長の光信号（以下OAM信号光と呼ぶ）を用いて伝送する。WDMカップラ1102に到着した光はOAM信号光と主信号光とに分離され、主信号光は光スイッチ回路網1103へ入力され、OAM信号光は光受信器1101へ入力される。光受信器1101を用いて受信されたOAM信号は情報処理装置1106で情報処理され、OAM情報を書き換えて光送信器1105へ入力する。光送信器1105から出力される新たな（書き換えられた）OAM信号光は、光カップラ1104に於いて、光スイッチ回路網1103を通して来た主信号光と重畳され、光伝送路1108へ入力され、他ノードへ伝送される。この光信号が伝送されるノードでは、1.31 $\mu$ mと1.55 $\mu$ mの波長とを分離するWDMカップラを用いて、1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光のみを抽出することができ、OAM情報を得ることができる。又、光スイッチ回路網1103の監視用の1.55 $\mu$ mの波長の光信号を光送信器1109から送出し、光カップラ1110



に於いてWDMカップラ1102からの1.31 $\mu$ mの主信号光と重畳し、光スイッチ回路網1103へ入力させる。光スイッチ回路網1103から出力された光はWDMカップラ1111へ入力されるが、入力光の内1.31 $\mu$ mの主信号光は光カップラ1104の方へ出力され、1.55 $\mu$ mの監視信号光は光受信器1112の方へ出力される。WDMカップラ1102により光伝送路1107を伝送されるOAM信号光を抜き去ってから、主信号光と光スイッチ回路網1103の監視信号光とが重畳され、WDMカップラ1111により光スイッチ回路網1103の監視信号光を抜き去ってから、主信号光と光伝送路1108を伝送されるOAM信号光とが重畳されるので、この3つの信号が混ざり合うことはない構成となっている。光受信器1112で受信した監視信号光の光レベル等により光スイッチ回路網1103の監視を行うことが可能である。又、光受信器1101にて受信する光信号の状態（受信レベル、誤り率等）を監視することにより、光伝送路1107の断状態等がわかる。

【0259】主信号光とOAM信号光を波長分割多重して伝送し、WDMカップラ1102、光受信器1101、情報処理装置1106、光送信器1105、光カップラ1104を光カップラ1104とを図10のように接続することにより、光信号のまま通過するノードで、光ネットワークのOAM信号の授受を行うことができ、又、光伝送路、光スイッチ回路網の監視が可能な構成になっている。

【0260】尚、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0261】例えば、WDMカップラ1102として、1.31 $\mu$ mと1.55 $\mu$ mの波長を分離するWDMカップラを用いたが、主信号光が1.31 $\mu$ m、監視信号光が1.55 $\mu$ mの波長でない場合でも、主信号光とOAM信号光とに用いている波長を分離できるWDMカップラを用いれば、本発明は適用できる。

【0262】又、この実施例では、光分離手段としてWDMカップラ1102、WDMカップラ1111を用いたが、予めOAM情報を変調したサブキャリアを主信号光に重畳しておき、WDMカップラの替わりに光カップラを用いて、主信号光の一部をタップし、光受信器1101、1105として、サブキャリア信号を受信でき、OAM情報を復調できる受信器を用いることにより、OAM情報を得ることができ、本発明は適用できる。

【0263】又、主信号の伝送用にTE偏波の光を用い、OAM信号の伝送用にTM偏波の光を用いて伝送し、光分離手段としてWDMカップラ1102、1111を用いずに偏光スプリッタを用いて、OAM信号光を分離して情報処理装置1103へ入力することが可能である。例えば、光スイッチ回路網1103の出力光を必ずTE偏波になるように偏光制御器を用いて調整し、送信のために、光送信器1105からTM偏波の光を送出

し、各ブロックを接続する光ファイバとして偏波保持ファイバを用いても、本発明は適用できる。

【0264】又、この実施例では、光分離手段として光カップラ1110、光カップラ1104を用いたが、WDMカップラを用いて重畳しても、本発明は適用できる。

【0265】又、実施例では、光伝送路1107を伝送されるOAM信号光と、光スイッチ回路網1103の監視信号光と、光伝送路1108を伝送されるOAM信号光との全てを、1.55 $\mu$ mの波長の光信号を用いたが、WDMカップラ1102、WDMカップラ1111で分離できるのであれば、この3つの信号は同じ波長を用いなくても、本発明は適用できる。

【0266】第30の発明に於いて、第1群に属する波長として1.31 $\mu$ mの波長、第2群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長、第3群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長を用いることができる。第30の発明の構成の実施例として、第29の発明の実施例で示した図11の構成を用いることができる。第30の発明は、第29の発明の中で、光分離手段を波長分離手段（WDMカップラ等）に限定するものである。

【0267】以下に、WDMカップラを用いる利点について説明する。

【0268】第29の発明の実施例の内光カップラとサブキャリア技術を用いる方法の場合は、分岐による分岐損があるが、第30の発明では、WDMカップラ1102、WDMカップラ1111を用いて、主信号光とOAM情報を伝送する信号光とに分離しているので、分岐損が無く、本発明の導入による主信号系のロス・バジェットの変更が少ない。又、波長分割多重技術を用いているので、第29の実施例の内光カップラとサブキャリア技術を用いる方法の場合のようにサブキャリアを重畳できるように既存の送信器を変更する必要が無く、経済的に導入できるという利点がある。又、波長分割多重技術を用いると、光カップラとサブキャリア技術を用いる場合と比較して、OAM回線の大容量化が自由にできる。又、導入後に、OAM回線のアップグレードを行いたい時でも、主信号系の光送信器と異なる光送信器を用いているので、主信号系と独立にアップグレードを行うことができ、アップグレードが容易である。

【0269】第31の発明の実施例について、図1を用いて説明する。図1は、第31の発明の一実施例を示すブロック図である。第31の発明は、第1の発明で用いていた光分離手段を光分岐器（光カップラ）に限定するものである。光分岐手段として図1中の光カップラ104を用いることができる。光分岐器を用いることにより、光分離手段として、偏光スプリッタを用いる場合に比べ、偏波保持ファイバや偏光制御器を使う必要がなくなり、経済的に光ネットワーク装置を構成できる。

【0270】第32の発明の実施例について、図1を用

いて説明する。図1は、第32の発明に於ける一実施例を示すブロック図である。第32の発明は第1の発明で用いていた光受信手段(光受信器101)をサブキャリアが重畳された光信号を受信する光受信器に限定するものである。光受信手段として、APD等で受信した信号をサブキャリア周波数を抽出するバンド・パス・フィルタに通してサブキャリア周波数成分のみを抽出し、サブキャリアに変調された信号光を復調できる受信手段が接続された光受信器を用いることができる。サブキャリア信号を光信号中から抽出した後、伝送されている光信号中に占めるサブキャリアの比率は変化しないので、光のまま通過するノードから、主信号光が終端される目的ノードまで同じ情報を伝送することができる。従って、あるノードからのOAM情報を光のまま通過するノード全てに送りたい用途として、波長分割多重でOAM信号光の授受を行う構成と比較して、光のまま通過するノードでOAM用の光送信器が必要ない分、光送信器の数が節約できるという利点がある。

【0271】第33の発明の実施例について、図1を用いて説明する。図1は、第33の発明の一実施例を示すブロック図である。第33の発明は第31の発明で用いていた光受信手段(光受信器101)をサブキャリアが重畳された光信号を受信する光受信器に限定するものである。光受信手段として、APD等で受信した信号をサブキャリア周波数を抽出するバンド・パス・フィルタに通してサブキャリア周波数成分のみを抽出し、サブキャリアに変調された信号光を復調できる受信手段が接続された光受信器を用いることができる。サブキャリア信号は光信号中から抜き取っても伝送されている光信号中に占めるサブキャリアの比率は変化しないので、光のまま通過するノードから、主信号光が終端される目的ノードまで同じ情報を伝送することができる。従って、あるノードからのOAM情報を同じ情報のままで、光のまま通過するノード全てに送りたい用途として、波長分割多重でOAM信号光の授受を行う構成と比較して、光のまま通過するノードでOAM用の光送信器が必要ない分、光送信器の数が節約できるという利点がある。

【0272】第34の発明の実施例は、第31の発明の実施例に於いて説明した光ネットワーク装置の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0273】第35の発明の実施例は、第32の発明の実施例に於いて説明した光ネットワーク装置の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0274】第36の発明の実施例は、第33の発明の実施例に於いて説明した光ネットワーク装置の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものである。光ス

イッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0275】第37の発明の実施例について、図12を用いて説明する。

【0276】図12は、第37の発明の一実施例を示すブロック図である。図12に於いて、1221、1222は光ネットワークのノードであり、1221は「第1の光ネットワーク装置」、1222は「第2の光ネットワーク装置」を表す。1207、1208は光伝送路、1201はサブキャリアに変調された光信号を受信する光受信器、1203は第1の実施例で用いた光スイッチ回路網、1202は、光スイッチ回路網1203の入力端へ出力する光パワーと光受信器1201の入力端へ出力する光パワーの比が、95:5である方向性結合型光分岐器(カップラ)である。1204、1206はOAM情報を処理する情報処理装置でワークステーションを用いることができる。1205は主信号光を送出する光送信器で、1210は情報処理装置1206から出力された信号により変調されたサブキャリアを生成する変調器である。1209は変調器1210から出力された信号により、光送信器1205からの主信号光を変調する。

【0277】ノード1222では、主信号光が終端されずに光のまま通過する。以下に、ノード1221からノード1222へOAM情報を伝達する手順について説明する。ノード1221の情報処理装置1206で生成されたOAM信号により変調されたサブキャリア信号を、変調器1210を用いて生成する。このサブキャリア信号を用いて光送信器1205からの光信号を変調し、光伝送路1207へ入力する。ノード1222に到着した光信号は大部分の光信号は光スイッチ回路網1203へ入力され切り替えられた後更に他ノードへ伝送されるが、一部の光信号は光カップラ1202により分岐され、光受信器1201へ入力される。この受信器は、まず、サブキャリア周波数成分を抽出し、抽出されたサブキャリア周波数成分から、OAM信号を復調する。この信号は情報処理装置1204へ入力される。このようにして、OAM情報はノード1221からノード1222へ伝送される。

【0278】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0279】例えば、本実施例では、変調器1210の出力信号を光変調器1209で変調することにより、サブキャリア信号を変調していたが、変調器1210により変調されたサブキャリア信号と光送信器1205へ入力される主信号とを光送信器1205へ入力される前に重畳し、光送信器1205で、注入電流を直接変調する方式を用いることによっても、本発明は適用できる。

【0280】又、第1の光ネットワーク装置として、光送信器1205を含む構成を用いたが、第1の発明の実



施例で用いた光スイッチ回路網102を用いても、本発明は適用できる。

【0281】第38の発明の実施例について、図13を用いて説明する。

【0282】図13は、第38の発明の一実施例を示すブロック図である。図13に於いて、1321、1322は光ネットワークのノードで、1321は「第1の光ネットワーク装置」を表し、1322は「第2の光ネットワーク装置」を表す。1307、1308は光伝送路、1301はサブキャリアに変調された光信号を受信する光受信器、1303、1305は光スイッチ回路網、1302は、光スイッチ回路網1303の入力端へ出力する光パワーと光受信器1301の入力端へ出力する光パワーの比が、95:5である方向性結合型光分岐器（カップラ）である。光スイッチ回路網1303、1305として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102を用いることができる。1304、1306はOAM情報を処理する情報処理装置でワークステーションを用いることができる。1310は情報処理装置1306から出力された信号により変調されたサブキャリアを生成する変調器である。1309は変調器1310から出力された信号により、光スイッチ回路網1305から出力された主信号光を変調する。

【0283】ノード1321、ノード1322では、主信号光が終端されずに光のまま通過する。以下に、ノード1321からノード1322へOAM情報を伝達する手順について説明する。ノード1321の情報処理装置1306で生成されたOAM信号により変調されたサブキャリア信号を変調器1310を用いて生成する。このサブキャリア信号を用いて光スイッチ回路網1305から出力された光信号を変調し、光伝送路1307へ入力する。ノード1322に到着した光信号は大部分の光信号は光スイッチ回路網1303へ入力され切り替えられた後更に他ノードへ伝送されるが、一部の光信号は光カップラ1302により分岐され、光受信器1301へ入力される。この受信器は、まず、サブキャリア周波数成分を抽出し、抽出されたサブキャリア周波数成分から、OAM信号を復調する。この信号は情報処理装置1304へ入力される。このようにして、OAM情報はノード1321からノード1322へ伝送される。

【0284】第39の発明の実施例について図12を用いて説明する。図12は、本発明の一実施例を示すブロック図である。第39の発明は、第37の発明で、伝送する光ネットワークのOAM情報を、光信号が通る経路の識別子に限定するものである。識別子とは、例えば、光ネットワーク装置#1から光信号のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置#2を通過する光ネットワーク装置#3に至る光信号の経路と、光ネットワーク装置#4から光信号のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置#2を通過する光ネットワーク装置#5に至る光信号

の経路とを、特に光信号のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置#2に於いて、誤って認識しないように識別するために、各光信号の経路に対応して識別子のことである。図12に於いて、光送信器1210へ出力される情報処理装置1206の出力端と、光受信器1201からの信号が入力される情報処理装置1204の入力端には、光信号が通る経路の識別子に関する情報の信号の入出力のみが行われる。サブキャリア信号は、常に光信号のある比率で変調されているので、信号が一旦光信号に変換されてから電気信号に全て変換されるまで、サブキャリアの情報を持ち続ける。一方、識別子は、光信号が通る経路に対するものであるため、信号が一旦光信号に変換されてから電気信号に変換されるまで同じ情報を持ち続ける必要がある。従って、第37の発明を用いて、光信号が通る経路の識別子を伝送することが適していると言える。もし、光信号が通る経路の識別子を通るノード毎に書き換える方式を用いたのでは、途中のノードに於いて情報伝達を誤る場合も考えられ、識別子の伝送のためにサブキャリアを用いる方法は適している。識別子をサブキャリアを用いて伝送し、その他のOAM情報を別波長を用いて伝送する方式を用いることにより、別波長の使用可能帯域の内、識別子の情報を別波長回線に載せなくて済む分、別波長の使用可能容量が増え、別波長による識別子以外のOAM情報の使用可能な帯域が増加し、光ネットワークのOAM情報が速く他ノードへ伝送されることになる。従って、速い障害回復も可能となる。

【0285】第40の発明の実施例について図13を用いて説明する。図13は、本発明の一実施例を示すブロック図である。第40の発明は、第38の発明で、伝送する光ネットワークのOAM情報を、光信号が通る経路の識別子に限定するものである。識別子とは、例えば、光ネットワーク装置#1から光信号のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置#2を通過する光ネットワーク装置#3に至る光信号の経路と、光ネットワーク装置#4から光信号のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置#2を通過する光ネットワーク装置#5に至る光信号の経路とを、特に光信号のまま主信号光が通過する光ネットワーク装置#2に於いて、誤って認識しないように識別するために、各光信号の経路に対応して識別子のことである。図13に於いて、光送信器1310へ出力される情報処理装置1304の出力端と、光受信器1301からの信号が入力される情報処理装置1306の入力端には、光信号が通る経路の識別子に関する情報の信号の入出力のみが行われる。OAM情報として、光信号が通過する経路の識別子に限定する効果の説明は第39の発明の実施例に於ける説明と同じである。

【0286】第41の発明の実施例について、図14を用いて説明する。

【0287】図14は、本発明の一実施例を示すブロッ

ク図である。図14に於いて、1421は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。1404は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、1407は1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光の受信が可能な光受信器（第1の光受信手段）、1410は1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光の受信が可能な光受信器（第2の光受信手段）、1408はサブキャリアに変調された光信号の復調が可能な光受信器（第3の光受信手段）、1413、1414は光伝送路、1409は1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光を送出する光送信器（第2の光送信手段）、1411は1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光を送出する光送信器（第1の光送信手段）である。1403は、入力された2つの光を1:1のパワーの比で結合する方向性結合型光カップラ（第1の光重畳手段）で、1406は入力された2つの光を1:1のパワーの比で結合する方向性結合型光カップラ（第2の光重畳手段）である。1402は、光を光カップラ1403へ出力する光パワーと光受信器1408へ出力する光パワーの比が、95:5であるように分岐する方向性結合型光分岐器（第3の光分離手段）である。1401、1405は、入力された光の内1.31  $\mu\text{m}$ の波長の光と1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光とに分離して出力するWDMカップラである。1401は、1.31  $\mu\text{m}$ の光を光カップラ1402の方へ出力し、1.55  $\mu\text{m}$ の光を光受信器1407の方へ出力するように接続されたWDMカップラ（第1の光分離手段）である。1405は、1.31  $\mu\text{m}$ の光を光カップラ1406の方へ出力し、1.31  $\mu\text{m}$ の光を光受信器1410の方へ出力するWDMカップラ（第2の光分離手段）である。1412は光受信器1407、1408、1410から得た信号を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網1404として、第1の発明で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0288】図14のノード構成を用い、主信号光を1.31  $\mu\text{m}$ 、OAM信号光を1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光を用いて伝送する。主信号光には、サブキャリアを用いて光信号の通ってきた経路の識別子等の情報が重畳されている。光伝送路1413から伝送されてきた光信号はWDMカップラ1401に於いて、主信号光とOAM信号光とに分離され、主信号光は光カップラ1402の方へ出力される。OAM信号光は光受信器1407で受信され情報処理装置1412へ入力される。光受信器1407から入力された受信信号は情報処理装置1412に於いてOAM情報の処理が行われる。光カップラ1402へ入力された1.31  $\mu\text{m}$ の信号光は光カップラ1402により一部タップされ、光受信器1408へ入力される。光受信器1408へ入力された光信号のサブキャリアに変調された光信号が復調され情報処理装置1412へ入力され識別子等のOAM情報が処理される。一方、情報処理装置1412から光送信器1409を経て

出力された1.55  $\mu\text{m}$ の波長の監視用光信号は、光カップラ1403へ入力され、1.31  $\mu\text{m}$ の波長の主信号光と重畳されて光スイッチ回路網1404へ入力される。光スイッチ回路網1404から出力された光信号はWDMカップラ1405へ入力され、1.55  $\mu\text{m}$ の波長の監視信号光と1.31  $\mu\text{m}$ の波長の主信号光とに分離し、1.55  $\mu\text{m}$ の波長の監視信号光は光受信器1410へ入力し、1.31  $\mu\text{m}$ の主信号光は光カップラ1406へ入力し、光伝送路1414へと伝送する。光受信器1410から出力された監視用信号は、情報処理装置1412へ入力され、光スイッチ回路網1404のロス等を検出し、駆動電圧等が正常であるか判定する。OAM情報の処理が行われた結果更に次のノードへ伝送するOAM情報は、光送信器1411へ入力され1.55  $\mu\text{m}$ の光信号に変換され、光カップラ1406に於いてWDMカップラ1405から出力された主信号光と重畳され、次のノードと接続された光伝送路1414へ入力される。この光信号が伝送される次のノードに於いては、1.31  $\mu\text{m}$ の波長と1.55  $\mu\text{m}$ も波長を分離するWDMカップラを用いることにより、1.55  $\mu\text{m}$ の波長のOAM信号光のみを抽出することができ、OAM情報を得ることができる。

【0289】図14に示すノード構成を用いることにより、光スイッチ回路網1404は、ノード1421に於いて光のまま切り替えられて、次のノードへ送出されるにもかかわらず、他ノードとOAM情報のやりとりが可能であり、又、主信号光が光のまま通過する光スイッチ回路網1404の監視も可能である。又、図14のようにWDMカップラ1401によりOAM信号光を分離し、光カップラ1402には主信号光のみが入力されることにより、光受信器1407で受信されるOAM信号光の光レベルの低下が防げ、光受信器1407として、より低感度な光受信器を用いることができ、経済的なシステムを構成することができる。

【0290】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0291】例えば、第1の光重畳手段、第2の光重畳手段として、光カップラ1403、1406を用いる替わりに、1.31  $\mu\text{m}$ と1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光を結合するWDMカップラを用いても、本発明は適用できる。

【0292】又、本発明では、主信号に1.31  $\mu\text{m}$ の波長の光信号、OAM信号に1.55  $\mu\text{m}$ 波長の光信号を用いたが、主信号光と、OAM信号光として分離できるものであれば、他の波長の組み合わせを用いても、本発明は適用できる。

【0293】又、実施例では波長分割多重技術を用いてOAM信号を送ったり、分離しているが、偏波多重技術を用いても行うことができる。光分離手段として、偏向制御器と偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号をTE偏向、OAM情報を伝送す

る光信号をTM偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM偏向の光のみを抽出してOAM情報を得る。偏光制御器としては、ファイバに圧力をかけ偏光を変えて制御する装置を用いることができ、偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO<sub>3</sub>はこのような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0294】又、実施例では、第3の光受信手段として、主信号に重畳されたサブキャリア信号を復調できる光受信器1408を用いたが、光受信器1408を用いずに、主信号としてSDHフレームを用いてSOHのある部分に光ネットワークのOAM情報を載せる系を用い、第3の光受信手段としてSDHのフレームを受信できSOHからOAM情報を得ることができる光受信器を用いても、本発明は適用できる。

【0295】第42の発明の実施例について、図14を用いて説明する。第42の発明の実施例は、第41の発明の実施例で示した図14の構成で、その説明は第41の発明の実施例中に示した。第42の発明は、第41の発明で用いられていたように、第1の光分離手段、第2光分離手段としてWDMカップラ等（WDMカップラ1401、1405）の波長分離手段を用いることができる。第3の光分離手段として、光分岐を用い、第3の光受信手段として、APD等で受信した信号をサブキャリア周波数を抽出するバンド・パス・フィルタに通してサブキャリア周波数成分のみを抽出し、サブキャリアに変調された信号光を復調できる受信手段が接続された光受信器を用いることができる。第1群に属する波長として1.31μmの波長、第2群及び第3群に属する波長として1.55μmの波長を用いることができる。

【0296】以下に、このような限定を行う効果について説明する。

【0297】第41の発明の実施例の偏波分割多重技術を用いる方法の場合は、偏光制御等が必要で装置が複雑になるが、第42の発明では、WDMカップラ1401、WDMカップラ1405を用いて、主信号光とOAM情報を伝送する信号光とに分離しているので、装置が簡単になり、経済的にシステムを構成できる。

【0298】第43の発明について、図15を用いて説明する。

【0299】図15は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図15に於いて、1521は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。1504は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、1507は1.55μmの波長の光の受信が可能な光受信器（第1の光受信手段）、1510は1.55μmの波長の光の受信が可能な光受信器（第2の光受信手段）、1508はサブキャリアに変調された光信号の復調が可能な光受信器（第3の光受信手段）、1513、1514は光伝送路、1509は1.55μmの波長の光を送出する光送

信器（第2の光送信手段）、1511は1.55μmの波長の光を送出する光送信器（第1の光送信手段）、1503は、入力された2つの光を1:1のパワーの比で結合して出力する方向性結合型光カップラ（第1の光重畳手段）で、1506は、入力された2つの光を1:1のパワーの比で結合して出力する方向性結合型光カップラ（第2の光重畳手段）である。1502は、光を光カップラ1503へ出力する光パワーと光受信器1508へ出力する光パワーの比が、95:5であるように分岐し接続されている方向性結合型光分岐器（第3の光分離手段）である。1501、1505は、入力された光の内1.31μmの波長の光と1.55μmの波長の光とに分離して出力するWDMカップラである。1501は、1.31μmの光を光カップラ1502の方へ出力し、1.55μmの光を光受信器1507の方へ出力するように接続されたWDMカップラ（第1の光分離手段）。1505は、1.31μmの光を光カップラ1506の方へ出力し、1.31μmの光を光受信器1510の方へ出力するように接続されたWDMカップラ（第2の光分離手段）である。1512は光受信器1507、1508、1510から得た信号を処理し、光送信器1509、光送信器1510へOAM情報を送出する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網1504として、第1の発明で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0300】図15のノード構成を用い、主信号光を1.31μm、OAM信号光を1.55μmの波長の光を用いて伝送する。主信号光には、サブキャリアを用いて光信号の通ってきた経路の識別子等の情報が重畳されている。光伝送路1513から伝送されてきた光信号はWDMカップラ1501に於いて、主信号光とOAM信号光とに分離され、主信号光は光カップラ1502の方へ出力される。OAM信号光は光受信器1507で受信され情報処理装置1512へ入力される。光受信器1507から入力された受信信号は情報処理装置1512に於いてOAM情報の処理が行われる。光カップラ1502へ入力された1.31μmの信号光は光カップラ1502により一部タップされ、光受信器1508へ入力される。光受信器1508へ入力された光信号のサブキャリアに変調された光信号が復調され情報処理装置1512へ入力され識別子等のOAM情報が処理される。一方、情報処理装置1512から光送信器1509を経て出力された1.55μmの波長の監視用光信号は、光カップラ1503へ入力され、1.31μmの波長の主信号光と重畳されて光スイッチ回路網1504へ入力される。光スイッチ回路網1504から出力された光信号はWDMカップラ1505へ入力され、1.55μmの波長の監視信号光と1.31μmの波長の主信号光とに分離し、1.55μmの波長の監視信号光は光受信器15

10へ入力し、1.31 $\mu$ mの主信号光は光カップラ1506へ入力する。光受信器1510から出力された監視用信号は、情報処理装置1512へ入力され、光スイッチ回路網1504の光ロス等を検出し、駆動電圧等が正常であるか判定する。OAM情報の処理が行われた結果更に次のノードへ伝送するOAM情報は、光送信器1511へ入力され1.55 $\mu$ mの光信号に変換され、光カップラ1506に於いてWDMカップラ1505から出力された主信号光と重畳され、次のノードと接続された光伝送路1514へ入力される。この光信号が伝送されるノードに於いては、1.31 $\mu$ mと1.55 $\mu$ mの波長を分離するWDMカップラを用いて1.55 $\mu$ mの波長であるOAM信号光のみを抽出することができ、OAM情報を得ることができる。

【0301】図15に示すノード構成を用いることにより、光スイッチ回路網1504は、ノード1521に於いて光のまま切り替えられて、次のノードへ送出されるにもかかわらず、他ノードとOAM情報のやりとりが可能である。又、主信号光が光のまま通過する光スイッチ回路網1504の監視も可能である。

【0302】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0303】例えば、第1の光重畳手段、第2の光重畳手段として、光カップラ1503、1506を用いる替わりに、1.31 $\mu$ mと1.55 $\mu$ mの波長の光を結合するWDMカップラを用いても、本発明は適用できる。

【0304】又、実施例では波長分割多重技術を用いてOAM信号を送ったり、分離しているが、偏波多重技術を用いても行うことができる。光分離手段として、偏向制御器と偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号をTE偏向、OAM情報を伝送する光信号をTM偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM偏向の光のみを抽出してOAM情報を得る。偏光制御器としては、ファイバに圧力をかけ偏光を変えて制御する装置を用いることができ、偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO<sub>3</sub>のような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0305】又、本発明では、主信号に1.31 $\mu$ mの波長の光信号、OAM信号に1.55 $\mu$ m波長の光信号を用い1.31 $\mu$ mの波長と1.55 $\mu$ mの波長とを分離するWDMカップラを用いたが、主信号光と、OAM信号光として分離できるものであれば、他の波長を分離するWDMカップラを用いても、本発明は適用できる。

【0306】又、第3の光受信手段として、主信号に重畳されたサブキャリア信号を復調できる光受信器1508を用いたが、主信号として、SDHフレームを用いSOHのある部分に光ネットワークのOAM情報を載せる系を用い、第3の光受信手段として光受信器1508を用いずにSDHのフレームを受信できSOHからOAM

情報を得ることができる光受信器を用いても、本発明は適用できる。

【0307】第44の発明の実施例について、図15を用いて説明する。図15は、本発明の一実施例を示すブロック図である。第44の発明の実施例は、第43の発明の実施例で示した図15の構成で、その説明は第43の発明の実施例中に示した。第44の発明は、第43の発明で用いられていたように、第1の光分離手段、第2の光分離手段としてWDMカップラ等のような波長分離手段(WDMカップラ1501、1505)を用いるように限定するものである。第1群に属する波長として1.31 $\mu$ mの波長、第2群に属する波長及び第3群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長を用いることができる。

【0308】以下に、WDMカップラを用いた図15の構成の利点について説明する。

【0309】第43の発明の実施例の偏波分割多重技術を用いる方法の場合は、偏光制御等が必要で装置が複雑になるが、第44の発明では、WDMカップラ1501、WDMカップラ1505を用いて、主信号光とOAM情報を伝送する信号光とに分離しているので、装置が簡単になり、経済的にシステムを構成できる。

【0310】第45の発明の実施例について、図3を用いて説明する。図3は、本発明の一実施例を示すブロック図である。第45の発明の実施例として、図3において、光送信手段(光送信器301)として、サブキャリアに信号を重畳して送出する光送信器としたものを用いることができる。例えば1MHzの周波数をキャリアとしてOAM信号を変調した信号をサブキャリア信号と呼ぶと、電気の乗算器により1MHzの周波数とOAM信号とを電氣的に重畳することができる。これを半導体レーザダイオードを用いて直接変調すると、サブキャリア信号を送出する光送信器301を構成することができる。主信号の電気信号にサブキャリアを重畳しサブキャリアを用いて、受信ノードに於いて主信号光の受信に影響を与えない程度の変調度で変調し、サブキャリアの周波数も受信ノードに於いて主信号光の受信に影響を与えない程度に主信号の持つ周波数帯域から外れた周波数を用いる。第45の発明を用いることにより、光のまま光信号が通過するノードから光ネットワークのOAM信号の伝送を行うことができる。OAM情報を発信するノードによりサブキャリアの周波数を変えて、サブキャリア多重伝送すると、受信ノードに於いて、サブキャリア多重光を受信してから、サブキャリア周波数のフィルタで弁別することにより、OAM情報の発信ノードにより区別して、OAM情報を受信できる。

【0311】サブキャリアを用いると、一旦重畳されたサブキャリア信号は抜き去ることが難しいので、光信号の通る経路の識別子を伝送する場合に、サブキャリアを識別子情報の伝送手段に用いると誤った情報の伝送が防

げる。

【0312】第46の発明の実施例について、図16を用いて説明する。

【0313】図16は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図16に於いて、1621は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。1602は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、1603、1606は光伝送路、1601は、副搬送波（サブキャリア）を用いて振幅変調する変調器（変調器手段）、1604は、入力された光信号を変調する変調器（光信号変調手段）で、ここでは、LiNbO<sub>3</sub>の電気光学効果を用いた変調器を用いる。1605はOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網1602として、第1の発明の実施例で用いられた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。光変調器1604では、サブキャリアを変調するが、その変調度は、主信号光の受信ノードに於いて主信号の受信に影響が出ない程度の変調度で変調し、サブキャリアの周波数は、主信号の受信ノードに於いて主信号の受信に影響が出ない程度主信号の周波数帯域外の周波数を用いる。

【0314】光信号は光スイッチ回路網1602を光信号のまま通過してしまうので、光変調器1604や光送信器1601が接続されていない場合、光スイッチ回路網1602中のスイッチ状態を変更する命令等のようなOAM情報を他ノードへ伝送することができない。

【0315】しかし、図16のような構成を用いることにより、受信ノードに於いて主信号の受信に影響がないようにOAM情報を持つサブキャリア信号を伝送できる。この光信号が伝送されるノードに於いては、目的とするサブキャリア周波数のみをバンド・パス・フィルタを用いて抽出し、送信ノードで変調したOAM信号を復調できる復調器を用い、OAM信号を復調することができる。従って、光のまま光信号が通過するノードから光ネットワークのOAM信号の伝送を行うことができる。

【0316】尚、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0317】例えば、実施例では光信号変調手段（光変調器1604）としてLiNbO<sub>3</sub>を用いて作られた光変調器を用いているが、その他、半導体のEA変調器等光信号を光のまま変調できるものなら本発明が適用できる。

【0318】又、実施例では、サブキャリアの変調方式として振幅変調を用いたが、主信号系の受信に影響を及ぼさないような変調指数を用いられ、周波数変調や、位相変調等を用いても、本発明は適用できる。

【0319】又、光機能回路手段として光スイッチ回路網1602を用いているが、エルビウム・ドープト・ファイバ増幅器や、半導体光増幅器等の光増幅器を用いて

も本発明は適用できる。

【0320】第47の発明の実施例について、図17を用いて説明する。

【0321】図17は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図17に於いて、1721は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。1702は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、1703、1706は光伝送路、1701は、副搬送波（サブキャリア）を用いて振幅変調する変調器（変調器手段）、1704は、入力された光信号を変調する変調器（光信号変調手段）で、ここでは、LiNbO<sub>3</sub>の電気光学効果を用いた変調器を用いる。1705はOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網1702として、第1の発明の実施例で用いられた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。光変調器1704では、サブキャリアを変調するが、その変調度は、主信号光の受信ノードに於いて主信号の受信に影響が出ない程度の変調度で変調し、サブキャリアの周波数は、主信号の受信ノードに於いて主信号の受信に影響が出ない程度主信号の周波数帯域外の周波数を用いる。

【0322】光信号は光スイッチ回路網1702を光信号のまま通過してしまうので、光変調器1704や変調器1701が接続されていない場合、光スイッチ回路網中1702のスイッチ状態を変更する命令等のようなOAM情報を他ノードへ伝送することができない。

【0323】しかし、図17のような構成を用いることにより、受信ノードに於いて主信号の受信に影響がないようにOAM情報を持つサブキャリア信号を伝送できる。この光信号が伝送されるノードに於いては、サブキャリア周波数成分をバンド・パス・フィルタを用いて抽出し、OAM信号を変調した変調を復調できる復調器を用いて、OAM信号を得ることができる。従って、光のまま光信号が通過するノードから光ネットワークのOAM信号の伝送を行うことができる。

【0324】尚、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0325】例えば、実施例では光信号変調手段（光変調器1704）としてLiNbO<sub>3</sub>を用いて作られた光変調器を用いているが、その他、半導体のEA変調器等光信号を光のまま変調できるものなら本発明が適用できる。

【0326】又、実施例では、サブキャリアの変調方式として振幅変調を用いたが、主信号系の受信に影響を及ぼさないような変調指数を用いられ、周波数変調や、位相変調等を用いても、本発明は適用できる。

【0327】又、光機能回路手段として光スイッチ回路網1702を用いているが、エルビウム・ドープト・ファイバ増幅器や、半導体光増幅器等の光増幅器を用いて

も本発明は適用できる。

【0328】第48の発明の実施例について、図18を用いて説明する。

【0329】図18は、本発明の一実施例を示すブロック図である。光伝送路1806から伝送される主信号光の波長は1.31 $\mu$ mの波長であるとする。図18に於いて、1821は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。1802は光スイッチ回路網（光機能回路手段）、1803、1806は光伝送路、1801は1.55 $\mu$ mの波長の光を送出する光送信器（光送信手段）、1804は、入力された2つの光を1:1のパワーの比で結合して出力する方向性結合型光カップラで、ここでは、光伝送路1806からの入力光と光送信器1801の出力端からの入力光とのカップラ（光重畳手段）として用いる。1805はOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）でワークステーションを用いることができる。光スイッチ回路網1802として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。

【0330】光信号は光スイッチ回路網1802を光信号のまま通過してしまうので、光カップラ1804や光送信器1801が接続されていない場合、光スイッチ回路網1802中のスイッチ状態を変更する命令等のようなOAM情報を他ノードへ伝送することができない。

【0331】しかし、本発明の光ネットワーク装置では、情報処理装置1805からのOAM情報を光送信器1801を用いて主信号光（1.31 $\mu$ m）と異なる波長（1.55 $\mu$ m）の光にすることができ、これと主信号光とを光カップラ1804で、重畳することにより、主信号の他にOAM信号の伝送が可能となる。この光信号が伝送されるノードでは、1.31 $\mu$ mの波長と1.55 $\mu$ mの波長を分離するWDMカップラを用いることによりOAM信号を抽出することができる。

【0332】尚、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0333】例えば、実施例では光重畳手段として、光カップラ1804を用いているが、WDMカップラを用いて主信号光の波長とOAM信号光の波長を重畳することによっても、本発明は適用できる。

【0334】又、光機能回路手段として光スイッチ回路網1802を用いているが、エルビウム・ドープド・ファイバ増幅器や、半導体光増幅器等の光増幅器を用いても本発明は適用できる。

【0335】又、実施例では光送信手段として光送信器1801を用いたが、送出する光信号の偏波が主信号光と直交する偏波である光送信器を用い、主信号光とOAM信号光とを偏波多重しても、本発明は適用できる。

【0336】第49の発明の実施例について説明する。第49の発明は、第45の発明で用いられていた光機能回路手段として光スイッチ回路網を用いるように限定す

るものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。第49の発明の実施例は、第45の発明の実施例で示したものと同じものを用いることができ、その説明は第45の発明の実施例中に示した。

【0337】第50の発明の実施例について説明する。第50の発明は、光機能回路手段として光スイッチ回路網を用いるように限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。第50の発明の実施例は、第46の発明の実施例で示したものと同じものを用いることができ、その説明は第46の発明の実施例中に示した。

【0338】第51の発明の実施例について説明する。第51の発明は、光機能回路手段として光スイッチ回路網を用いるように限定するものである。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。第51の発明の実施例は、第47の発明の実施例で示したものと同じで、その説明は第47の発明の実施例中に示した。

【0339】第52の発明の実施例について説明する。第52の発明は、光機能回路手段として光スイッチ回路網を用いるように限定するものである。第52の発明の実施例は、第48の発明の実施例で示したものと同じで、その説明は第48の発明の実施例中に示した。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。

【0340】第53の発明の実施例について、図19を用いて説明する。

【0341】図19は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図19に於いて、1929は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。1901、1902、・・・、1908、1909、1910、・・・1916は光伝送路で、主信号光を1.31 $\mu$ mの波長の光を用いて伝送し、OAM信号光を1.55 $\mu$ mの波長を用いて伝送する。1928は光スイッチ回路網（光機能回路手段）である。光スイッチ回路網1928として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。主信号光は光のまま切り替えられて他ノードへ伝送される。1925は8入力光の内から1つの出力光を選択する光セレクタ（選択手段）であり、1 $\times$ 2光スイッチを3段tree状に接続して構成される1 $\times$ 8光スイッチを用いることができる。光スイッチとして、LiNbO<sub>3</sub>の電気光学効果を利用した光スイッチを用いる。1917、1918・・・1924は入力された1.31 $\mu$ mの波長の光と1.55 $\mu$ mの波長の光を分離するWDMカップラ（m個の光分離手段）であり、1.31 $\mu$ mの波長の光を光スイッチ回路網1928の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光セレクタ1925の方



へ出力するように接続する。1926は1.55 $\mu$ mの波長の光を受信できる光受信器（光受信手段）である。1927は光ネットワークのOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）で、ワークステーションを用いる。1901、1902、・・・1908を伝送されるOAM情報は同じ内容のものが伝送されるように、送信ノードでOAM情報を重畳する。1929は、光ネットワーク・ノードである。1901～1908に伝送されているOAM情報は同じ内容のものであり、ノードに対する命令などの各光伝送路固有の情報でないOAM情報と1901～1908の各光伝送路のOAM情報とが時分割多重されている。

【0342】主信号光を1.31 $\mu$ mの波長の光信号で伝送し、OAM信号を1.55 $\mu$ mの波長の光信号で伝送している系に於いて、WDMカップラ1917～1924を用いて1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号のみを抽出することが可能である。各光伝送路から抽出されたOAM信号は光セクタ1925により選択され、光受信器1926へ入力される。受信されたOAM信号は情報処理装置1927へ入力され、情報処理装置1927に於いてOAM情報の処理を行う。

【0343】このような構成を用いることにより、主信号光が光のまま通過する光ネットワーク・ノードへのOAM情報の伝送が可能となる。又、光セクタ1925を用いて、OAM情報を得る光伝送路を選択することができるので、どこかの光伝送路に障害が発生した場合に於いても、光セクタ1925を障害が発生していない光伝送路へ切り替えてやることにより、OAM信号を常に受け取ることができる。例えば、今、光セクタ1925は光伝送路1901からのOAM信号光を選択しているとする。光伝送路1901と1902に障害が発生した場合、光受信器1926に於いてOAM信号光を受信することができなくなってしまう。しかし、障害が発生していない光伝送路1908のOAM信号光を選択するように光セクタ1925を切り替えてやることにより、OAM光伝送路1908からOAM信号光を得ることができる。又、光セクタ1925を用いない場合、光受信器1926を光伝送路分（実施例の場合は8本）用意しなければならないが、光セクタで選択する構成を用いていることより、光受信器の数が1つでよく、用いる光受信器の数を少なくすることができ、コスト削減になる。

【0344】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0345】例えば、実施例では、選択手段（光セクタ1925）として、LiNbO<sub>3</sub>の光セクタを用いたが、他の電気光学効果や音響光学効果を用いた光スイッチや、プリズムを電磁石で偏向させるような機械式光スイッチ等の光スイッチであれば、本発明は適用できる。

【0346】また、光分離手段として、WDMカップラを用いたが、光分離手段として、偏向制御器と偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号をTE偏向、OAM情報を伝送する光信号をTM偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM偏向の光のみを抽出してOAM情報を得る。偏光制御器としては、ファイバに圧力をかけ偏光を変えて制御する装置を用いることができ、偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO<sub>3</sub>はこのような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0347】第54の発明の実施例について、図20を用いて説明する。

【0348】図20は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図20に於いて、2036は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。2001、2002、・・・、2008、2009、2010、・・・2016は光伝送路で、主信号光を1.31 $\mu$ mの波長の光を用いて伝送し、OAM信号光を1.55 $\mu$ mの波長を用いて伝送する。2035は光スイッチ回路網（光機能回路手段）である。光スイッチ回路網2035として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網と同じ光スイッチ回路網102を用いることができる。主信号光は光のまま切り替えられて他ノードへ伝送される。2025、2026・・・2032は1.55 $\mu$ mの波長の光を受信できる光受信器（m個の光受信手段）である。2033は入力された8つの電気信号の内から1つの出力光を選択する電気信号のセクタ（選択手段）である。2017、2018・・・2024は入力された光から1.31 $\mu$ mの波長の光と1.55 $\mu$ mの波長の光を分離するWDMカップラ（m個の光分離手段）であり、1.31 $\mu$ mの波長の光を光スイッチ回路網2035の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光受信器2025～2032の方へ出力するように接続する。2034は光ネットワークのOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）で、ワークステーションを用いる。2001、2002、・・・2008を伝送されるOAM情報は同じ内容のものが伝送されるように、送信ノードでOAM情報を重畳する。2029は、光ネットワーク・ノードである。2001～2008に伝送されているOAM情報は同じ内容のものであり、ノードに対する命令などの各光伝送路固有の情報でないOAM情報と2001～2008の各光伝送路のOAM情報とが時分割多重されている。

【0349】主信号光を1.31 $\mu$ mの波長の光信号で伝送し、OAM信号を1.55 $\mu$ mの波長の光信号で伝送している系に於いて、WDMカップラ2017～2024を用いて1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号のみを抽出することが可能である。各光伝送路から抽出されたそれぞれのOAM信号光は光受信器2025～2032へ入力される。2025～2032の光受信器により受信

されたOAM信号はセレクトア2033により選択され、情報処理装置2034へ入力され、情報処理装置2034に於いてOAM情報の処理を行う。

【0350】このような構成を用いることにより、主信号光が光のまま通過する光ネットワーク・ノードへのOAM情報の伝送が可能となる。又、セレクトア2033を用いて、OAM情報を得る光伝送路を選択することができるので、どこかの光伝送路に障害が発生した場合に於いても、セレクトア2033を障害が発生していない光伝送路へ切り替えてやることにより、OAM信号を常に受け取ることができる。例えば、今、セレクトア2033は光伝送路2001からのOAM信号光を選択しているとする。光伝送路2001と2002に障害が発生した場合、光受信器2026に於いてOAM信号光を受信することができなくなってしまう。しかし、障害が発生していない光伝送路2008のOAM信号光を選択するようにセレクトア2033を切り替えてやることにより、OAM光伝送路2008からOAM信号光を得ることができる。

【0351】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0352】例えば、光分離手段として、WDMカップラを用いたが、光分離手段として、偏向制御器と偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号をTE偏向、OAM情報を伝送する光信号をTM偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM偏向の光のみを抽出してOAM情報を得る。偏光制御器としては、ファイバに圧力をかけ偏光を変えて制御する装置を用いることができ、偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO<sub>3</sub>のような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0353】又、OAM信号をサブキャリア信号に重畳した系を用い、光分離手段として、光カップラを用い、光受信手段としてサブキャリア信号の受信が可能な光受信器を用いることによっても、本発明は適用できる。

【0354】第55の発明の実施例について、図21を用いて説明する。

【0355】図21は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図21に於いて、2129は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。2101、2002、・・・、2108、2109、2110、・・・2116は光伝送路で、主信号光を1.31μmの波長の光を用いて伝送し、OAM信号光を1.55μmの波長を用いて伝送する。2128は光スイッチ回路網（光機能回路手段）である。光スイッチ回路網2128として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102を用いることができる。主信号光は光のまま切り替えられて他ノードへ伝送される。2125は入力端へ入力された光信号を8分岐して出力する光分岐器（光分岐手段）であり、石英の光導波路を用いた方向性結合器

による1入力2出力光分岐器を3段接続して構成される1入力8出力光分岐器を用いることができる。2117、2118・・・2124は、入力された光を等しい結合率で結合する方向性結合型光カップラ（m個の光重畳手段）で、ここでは、光スイッチ回路網2128の出力端からの入力光と光分岐器2125の出力端からの入力光とのカップラとして用いる。2126は1.55μmの波長の光を送信する光送信器（光送信手段）である。2127は光ネットワークのOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）で、ワークステーションを用いる。2109、2110、・・・2124を伝送されるOAM情報は同じ内容のものが伝送されるように、送信ノードでOAM情報を重畳する。2129は、光ネットワーク・ノードである。2109～2124に伝送されているOAM情報は、ノードに対する命令などの各光伝送路固有の情報でないOAM情報と2109～2116の各光伝送路のOAM情報とが時分割多重されている。

【0356】情報処理装置2127から出力されたOAM信号は1.55μmの波長の光送信器2126入力され、光信号に変換される。このOAM信号光は光分岐器2125により分岐され、光カップラ2117～2124を用いて1.31μmの主信号光と重畳される。1.31μmの波長の主信号光と1.55μmの波長のOAM信号光とが重畳された光信号は各光伝送路2109～2116へ入力される。

【0357】このような構成を用いることにより、主信号光が光のまま通過する光ネットワーク・ノードからのOAM情報の伝送が可能となる。この光信号が伝送されるノードでは、第53の発明の実施例で用いたノード1929を用いることにより、OAM情報を得ることができる。その動作は、第53の発明の実施例に詳細に説明してある。又、8本全ての光伝送路に、8本全ての光伝送路に関する情報及び光ネットワークのOAM情報を載せて伝送しているので、どこかの光伝送路に障害が発生した場合に於いても、受信するノード1929でOAM信号光を得る光伝送路を障害が発生していない光伝送路へ切り替えてやることにより、OAM信号を常に受け取ることができる。又、光分岐器2125を用いない場合、光送信器2126を光伝送路分（実施例の場合は8）用意しなければならないが、光分岐器で分岐する構成を用いていることにより、光送信器の数が1つでよく、用いる光送信器の数を少なくすることができ、コスト削減になる。

【0358】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0359】例えば、実施例では、光分岐手段（光分岐器2125）として、石英の光導波路の方向性結合器を用いた光分岐器を用いたが、LiNbO<sub>3</sub>等他の導波路の方向性結合を用いても、本発明は適用できる。また、

方向性結合をもちいなくても、導波路のY分岐、ファイバの融着等、他の光分岐方法を用いても本発明は実現できる。

【0360】又、主信号光に1.31 $\mu$ mの波長の光信号、OAM信号光に1.55 $\mu$ mの波長の光信号を用いたが、それぞれの伝送、スイッチング等が可能であれば、他の波長の組み合わせを用いても本発明は適用できる。

【0361】また、光重畳手段として、光カップラを用いたが、WDMカップラを用いて重畳しても、本発明は適用できる。

【0362】又、光カップラ2117~2124に於いてTE偏波に保たれた主信号光とTM偏波に保たれたOAM信号光との光偏波多重を行って、他ノードへ伝送し、この光信号が伝送されたノードに於いては、偏波スプリッタを用いてOAM信号光のみを分離して、OAM情報を得ることによっても、本発明は適用できる。

【0363】第56の発明の実施例について、図22を用いて説明する。

【0364】図22は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図22に於いて、2200は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。2201、2202、・・・、2208、2209、2210、・・・2216は光伝送路で、主信号光を1.31 $\mu$ mの波長の光を用いて伝送し、OAM信号光を1.55 $\mu$ mの波長を用いて伝送する。2235は光スイッチ回路網（光機能回路手段）である。光スイッチ回路網2235として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102と同じ光スイッチ回路網を用いることができる。主信号光は光のまま切り替えられて他ノードへ伝送される。2225、2226・・・2232は1.55 $\mu$ mの波長の光を送信する光送信器（m個の光送信手段）である。2233は入力された1つの電気信号を8分岐する電気信号の分岐器（分岐手段）である。2217、2218・・・2224は、入力された2つの光を1:1の結合率で結合して出力する方向性結合型光カップラで、ここでは、光スイッチ回路網2235の光信号と光送信器2225~2232の出力端からの光信号との光カップラ（m個の光重畳手段）として用いる。この光カップラにより1.31 $\mu$ mの波長の主信号光と1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光を重畳する。2234は光ネットワークのOAM情報を処理する情報処理装置（情報処理手段）で、ワークステーションを用いる。2201~2208に伝送されているOAM情報は、ノードに対する命令などの各光伝送路固有の情報でないOAM情報と2201~2208の各光伝送路のOAM情報とが時分割多重されている。

【0365】情報処理装置2234から出力されたOAM信号は、8個の1.55 $\mu$ mの波長の光送信器2225~2232へ分配され、光信号に変換される。これら

のOAM信号光は、光カップラ2217~2224を用いて1.31 $\mu$ mの主信号光と重畳される。1.31 $\mu$ mの波長の主信号光と1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光とが重畳された光信号は各光伝送路2209~2216へ入力される。

【0366】このような構成を用いることにより、主信号光が光のまま通過する光ネットワーク・ノードからのOAM情報の伝送が可能となる。この光信号が伝送されるノードでは、第53の発明の実施例で用いたノード1929を用いることにより、OAM情報を得ることができる。その動作は、第53の発明の実施例に詳細に説明してある。又、8本全ての光伝送路に、8本全ての光伝送路に関する情報及び光ネットワークのOAM情報を載せて伝送しているので、どこかの光伝送路に障害が発生した場合に於いても、受信ノード側でOAM信号光を得る光伝送路を障害が発生していない光伝送路へ切り替えてやることにより、OAM信号を常に受け取ることができる。

【0367】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0368】例えば、光重畳手段として、光カップラを用いたが、WDMカップラを用いて重畳しても、本発明は適用できる。

【0369】又、主信号光に1.31 $\mu$ mの波長の光信号、OAM信号光に1.55 $\mu$ mの波長の光信号を用いたが、それぞれの伝送、スイッチング等が可能であれば、他の波長の組み合わせを用いても本発明は適用できる。

【0370】第57の発明の実施例について図23を用いて説明する。

【0371】図23は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図23に於いて、2346は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。2301~2308、2309~2316は光伝送路で、主信号光を1.31 $\mu$ mの波長の光を用いて伝送し、OAM信号光を1.55 $\mu$ mの波長を用いて伝送する。2344は光スイッチ回路網（光機能回路手段）である。光スイッチ回路網2344として、第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網と同じ光スイッチ回路網102を用いることができる。2342は8入力光の内から1つの出力光を選択する光セレクタ（選択手段）であり、1 $\times$ 2光スイッチを3段接続して構成される1 $\times$ 8光スイッチを用いることができる。光スイッチとして、LiNbO<sub>3</sub>の電気光学効果を利用した光スイッチを用いることができる。2317~2324は、入力された光から1.31 $\mu$ mの波長の光と1.55 $\mu$ mの波長の光を分離するWDMカップラ（m個の光分離手段）であり、1.31 $\mu$ mの波長の光を光スイッチ回路網2344の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光セレクタ2342の方へ出力するように接続する。2325~2332は、入

力された2つの光を1:1の結合率で結合して出力する方向性結合型光カップラ(m個の光重畳手段)で、ここでは、光スイッチ回路網2344の光信号と光分岐器2341の出力端からの光信号との光カップラとして用いる。2343は1.55 $\mu$ mの波長の光を受信できる光受信器(光受信手段)である。2345は光ネットワークのOAM情報を処理する情報処理装置(情報処理手段)で、ワークステーションを用いる。2340は1.55 $\mu$ mの波長の光を送信する光送信器(光送信手段)である。2341は入力端へ入力された光信号を8分岐して出力する光分岐器(光分岐手段)であり、石英の光導波路を用いた方向性結合器による1入力2出力光分岐器を3段接続して構成される1入力8出力光分岐器を用いることができる。情報処理装置2345から出力されるOAM情報は、ノードに対する命令などの各光伝送路固有の情報でないOAM情報と2309~2316の各光伝送路のOAM情報とが時分割多重されている。

【0372】情報処理装置2345から出力されたOAM信号は1.55 $\mu$ mの波長の光送信器2346へ入力され、光信号に変換される。このOAM信号光は光分岐器2341により8分岐され、光カップラ2325~2332を用いて1.31 $\mu$ mの主信号光と重畳される。1.31 $\mu$ mの波長の主信号光と1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光とが重畳された光信号は各光伝送路2309~2316へ入力される。

【0373】このような構成を用いることにより、主信号光が光のまま通過する光ネットワーク・ノードからのOAM情報の伝送が可能となる。送信の面では、複数の光伝送路に同じOAM信号光を送出しているので、どこかの光伝送路に障害が発生した場合に於いても、受信ノード側でOAM信号光を得る光伝送路を障害が発生していない光伝送路へ切り替えてやることにより、OAM信号を常に他ノードへ伝送することができる。又、光分岐器2341を用いない場合、光送信器2341を光伝送路分(実施例の場合は8)用意しなければならないが、光分岐器で分岐する構成を用いていることより、光送信器の数が1つでよく、用いる光送信器の数を少なくすることができ、コスト削減になる。又、受信の面に関して光セクタ2342を用いて、OAM情報を得る光伝送路を選択することができるので、どこかの光伝送路に障害が発生した場合に於いても、光セクタ2342を障害が発生していない光伝送路へ切り替えてやることにより、OAM信号を常に受け取ることができる。例えば、今、光セクタ2342は光伝送路2301からのOAM信号光を選択しているとする。光伝送路2301と2302に障害が発生した場合、光受信器2343に於いてOAM信号光を受信することができなくなってしまう。しかし、障害が発生していない光伝送路2308のOAM信号光を選択するように光セクタ2342を切り替えてやることにより、OAM光伝送路2308から

OAM信号光を得ることができる。又、光セクタ2342を用いない場合、光受信器2343を光伝送路分(実施例の場合は8本)用意しなければならないが、光セクタで選択する構成を用いていることより、光受信器の数が1つでよく、用いる光受信器の数を少なくすることができ、コスト削減になる。

【0374】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0375】例えば、実施例では、光分岐手段(光分岐器2341)として、石英の光導波路の方向性結合器を用いた光分岐器を用いたが、LiNbO<sub>3</sub>等他の導波路の方向性結合を用いても、本発明は適用できる。また、方向性結合をもちいなくても、導波路のY分岐、ファイバの融着等、他の光分岐方法を用いても本発明は実現できる。

【0376】又、主信号光に1.31 $\mu$ mの波長の光信号、OAM信号光に1.55 $\mu$ mの波長の光信号を用いたが、それぞれの伝送、スイッチング等が可能であれば、他の波長の組み合わせを用いても本発明は適用できる。

【0377】また、光重畳手段として、光カップラを用いたが、WDMカップラを用いて重畳しても、本発明は適用できる。

【0378】また、実施例では、選択手段(光セクタ1925)として、LiNbO<sub>3</sub>の光セクタを用いたが、他の電気光学効果や音響光学効果を用いた光スイッチや、プリズムを電磁石で偏向させるような機械式光スイッチ等の光スイッチであれば、本発明は適用できる。

【0379】また、光分離手段として、WDMカップラを用いたが、光分離手段として、偏向制御器と偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号をTE偏向、OAM情報を伝送する光信号をTM偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM偏向の光のみを抽出してOAM情報を得る。偏光制御器としては、ファイバに圧力をかけ偏光を変えて制御する装置を用いることができ、偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO<sub>3</sub>はこのような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0380】第58の発明の実施例について、図24を用いて説明する。図24は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図24に於いて、2446は光ネットワークノード(光ネットワーク装置)である。2433~2440は光受信器(m個の光受信手段)で、2441は電気のセクタ(選択手段)である。第57の実施例を示す図23に於いて、光セクタ2342と光受信器2343とを用いる代わりに、光受信器2433~2440(m個の光受信手段)と電気のセクタ2441(選択手段)を用いることにより、図24のような実施例であるノード2446を構成することができる。これらの8個の光受信器と電気のセクタを用いた構成は、

第54の発明の実施例の説明と同様である。残りの部分については第57の実施例で説明した。

【0381】第59の発明の実施例について、図25を用いて説明する。図25は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図25に於いて2546は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。2533～2540は光送信器（ $m$ 個の光送信手段）、2541は電気の分岐器（分岐手段）である。第57の実施例を示す図23に於いて、光分岐器2341と光送信器2340とを用いる代わりに、光送信器2533～2540（ $m$ 個の光送信手段）と電気の分岐器2541（分岐手段）を用いることにより、図25のような実施例を構成することができる。これらの8個の光送信器と1個の分岐器を用いた構成は、第56の発明の実施例の説明と同様である。残りの部分については第57の実施例で説明した。

【0382】第60の発明の実施例について、図26を用いて説明する。図26は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図26に於いて2646は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。2633～2640は光送信器、2641は電気の分岐器である。第58の実施例を示す図24に於いて光分岐器2341と光送信器2340とを用いる代わりに、光送信器2633～2640（ $m$ 個の光送信手段）と電気の分岐器2641（分岐手段）を用いることにより、図26のような実施例を構成することができる。これらの8個の光送信器と1個の分岐器を用いた構成は、第56の発明の実施例の説明と同様である。残りの部分については第58の実施例で説明した。

【0383】第61の発明の実施例について、図27を用いて説明する。

【0384】図27は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図27に示すように、第1の光ネットワーク装置として、第55の発明の実施例に示したノード2129を用いることができる。第2の光ネットワーク装置として、第53の発明の実施例に示したノード1929を用いることができる。主信号光は、ノード2129、ノード1929に於いて、光電変換されることなく、光信号のまま通過する。第1群に属する波長の光信号として、1.31 $\mu$ mの波長の光信号、第2群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長を用いることができる。

【0385】情報処理装置2127からのOAM情報は光送信器2126へ入力され、1.55 $\mu$ mの波長の光信号に変換される。その光信号は、光分岐器2125へ入力され8分岐される。分岐されたOAM信号光は、それぞれ光カップラ2117～2124へ入力され、1.31 $\mu$ mの波長の主信号光と重畳される。ノード1929へ到着した光信号は、WDMカップラ1917～1925へ入力され、1.31 $\mu$ mの波長の主信号光は光ス

イッチ回路網1928へ入力され、1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光は、光セクタ1925へ入力される。光セクタ1925により、1つのOAM信号光を選択し、光受信器1926へ入力する。光受信器1926で電気信号に変換され、情報処理装置1927へ入力される。このようにして、光信号のまま通過するノードに於いて、OAM情報の伝達を行うことが可能となる。

【0386】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0387】例えば、実施例では光送信器2126の光信号を光分岐器2125を用いて分岐する構成を用いたが、光送信器2126へ入力される前の電気のOAM信号を電気の分岐器で分岐し、分岐した信号をそれぞれ8個の光送信器へ入力して、8つのOAM信号光を生成しても、本発明は適用できる。

【0388】例えば、実施例では、第2の光ネットワーク装置に於いて、光セクタを用いてOAM信号光を選択する構成を用いたが、光伝送路分の個数の光受信器を用いて全てのOAM信号光を受信し、受信信号を電気のセクタで選択する構成を用いても、本発明は適用できる。

【0389】第62の発明の実施例について、図28を用いて説明する。

【0390】図28は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図28に示すように、第61の発明の実施例で用いた図27の構成に於いて、ノード2129中の光分岐器2125を用いる代わりに光セクタ1925を用い、ノード1929中の光セクタ1925を用いる代わりに光分岐器2125を用いる構成を使用することができる。2829は光ネットワークノード（第1の光ネットワーク装置）で、2830は光ネットワークノード（第2の光ネットワーク装置）である。第1群に属する波長として1.31 $\mu$ mの波長、第2群に属する波長として1.55 $\mu$ mの波長を用いることができる。

【0391】ノード2829に於いて、情報処理装置2127からのOAM情報は光送信器2126へ入力され、1.55 $\mu$ mの波長の光信号に変換される。その光信号は、光セクタ1925へ入力される。光セクタ1925により、OAM信号光を伝送する光伝送路を選択し、光カップラ2117～2124のいずれかへ入力され、1.31 $\mu$ mの波長の主信号光と重畳される。ノード2830へ到着した光信号は、WDMカップラ1917～1925へ入力され、1.31 $\mu$ mの波長の主信号光は光スイッチ回路網1928へ入力され、1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光は、光分岐器2125を通り光受信器1926で電気信号に変換され、情報処理装置1927へ入力される。このようにして、光信号のまま通過するノードに於いて、OAM情報の伝達を行うことが可能となる。

【0392】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

ない。

【0393】例えば、実施例では光送信器2126の光信号を光セクタ1925を用いて選択する構成を用いたが、光送信器2126へ入力される前の電気のOAM信号を送出する光伝送路を電気のセクタで選択し、OAM信号を選択した光伝送路に接続された光送信器へ入力して、OAM信号光を伝送しても、本発明は適用できる。

【0394】第63の発明の実施例について、第61の発明の実施例を示す図27を用いて説明する。図27は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図27に於いて、光セクタ1925として、例えば25msec毎に順番に選択する対象を切り替えるような制御機構を持つものを用いる。送信ノード2129に於いて、光送信器2126へ入力する信号として、20msec毎の異なる光伝送路に対するOAM情報を用意し、光セクタの切り替えとフレーミングとに必要な時間(5msec)を各OAM情報の間に挿入して、ノード1929へ送出する。ノード1929では、各光伝送路からの時分割多重されたOAM情報を光セクタの切り替えのタイミングと同期させるために、光セクタへ入力される直前で、ファイバ遅延線を挿入し、送信ノード2129で時分割多重されたOAM情報を分離して受信できるように遅延量を調整するものとする。そうすると、送信ノード2129で、25msec周期で他の光伝送路のOAM情報を送出するOAM信号光を、受信ノード1927でも、25msec周期で光セクタ1925を切り替えて、各光伝送路のOAM情報を得ることができる。

【0395】このような方法を用いることにより、全ての光伝送路に於いてOAM情報の伝送が可能であり、又、各光伝送路のOAM信号光の受信光パワーを観測することにより、全ての光伝送路の監視を行うことができる。

【0396】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0397】例えば、実施例では25msec毎に光セクタ1925を切り替えたが、送信ノード2129で生成するOAM信号光のフレーム構成が、30msec毎に各光伝送路のOAM情報を載せるようにしてあれば、光セクタ1925は、光セクタの切り替えとフレーミングとに必要な時間(5msec)を合わせ込んで、35msec毎に光セクタ1925を切り替えることにより、本発明は適用できる。

【0398】第64の発明の実施例について、第62の発明の実施例を示す図28を用いて説明する。図28は、本発明の一実施例を示すブロック図である。図28に於いて、光セクタ1925を例えば25msec毎に順番に選択する対象を切り替えるような制御機構を持つ。送信ノード2829に於いて、光送信器2126へ

入力する信号として、20msec毎の異なる光伝送路に対するOAM情報を用意し、光セクタ1925の切り替えとフレーミングとに必要な時間(5msec)を各OAM情報の間に挿入して、ノード2830へ送出する。ノード2830では、各光伝送路からの時分割多重されたOAM情報を光セクタ1925の切り替えのタイミングと同期させるために、光セクタ1925へ入力される直前で、ファイバ遅延線を挿入し、送信ノード2829で時分割多重されたOAM情報を分離して受信できるように遅延量を調整するものとする。そうすると、送信ノード2829で、25msec周期で切り替えて送出されるOAM信号光を受信ノード2830でも、25msec周期で切り替えて、各光伝送路のOAM情報を得ることができる。

【0399】このような方法を用いることにより、全ての光伝送路に於いてOAM情報の伝送が可能であり、又、各光伝送路のOAM信号光の受信光パワーを観測することにより、全ての光伝送路の監視を行うことができる。

【0400】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0401】例えば、実施例では25msec毎に光セクタ1925を切り替えたが、送信ノード2829で生成するOAM信号光のフレーム構成が、30msec毎に各光伝送路のOAM情報を載せるようにしてあれば、光セクタ1925は、光セクタ1925の切り替えとフレーミングとに必要な時間(5msec)を合わせ込んで、35msec毎に光セクタ1925を切り替えることにより、本発明は適用できる。

【0402】第65の発明の実施例について、図27、図29を用いて説明する。図27は本発明の一実施例を示すブロック図であり、図29は本発明に関わるフローチャートを示す図である。

【0403】第65の発明の実施例としての、第61の発明の実施例で用いた図27に於いて、情報処理装置1927は、光受信器1926が正常に受信しているかを判断し(図29に於いて2901)、正常に受信していなければ、他の光伝送路からのOAM信号光を受信するように光セクタ1925を切り替える命令を光セクタ1925へ出す(図29に於いて2902)ようにする。そのアルゴリズムは、図29に示すようなものとなる。このような方法を用いることにより、光信号のまま通過するノードに於いても、光伝送路障害に対応したOAMを行うことができる。

【0404】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0405】例えば、実施例では、図27に於いて光分岐器2125と光送信器2126を用いたが、電気の8分岐器と、8台の光送信器を8分岐器の出力端に接続したシステムを用いても、本発明は適用できる。



【0406】第66の発明の実施例について、図29、図30を用いて説明する。図29は本発明に関わるフローチャートを示す図であり、図30は、本発明の一実施例を示すブロック図である。

【0407】図30は、図28に於いて、光送信器2831、光カップラ2832、光伝送路2832、WDMカップラ2833、光受信器2834を付加したもので、このシステムを第66の発明に適用することができる。WDMカップラ2833は、1.31 $\mu$ mの波長の光信号を光スイッチ回路網2128の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光受信器2834の方へ出力するように接続する。ノード2830からノード2829へOAM情報を伝送したい場合、情報処理装置1927からのOAM信号を光送信器2831で光信号に変換し、WDMカップラ2832に於いて1.31 $\mu$ mの波長の主信号光と1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光とを重畳する。重畳された光信号は光伝送路2832へ入力され、ノード2829へ伝送される。ノード2829ではWDMカップラ2833へ入力され、1.55 $\mu$ mのOAM信号光を光受信器2834で受信し、情報処理装置2127へOAM情報を伝達する。このようにして、ノード2830からノード2829へのOAM回線が構成される。

【0408】図29のフローチャートを用いて、本発明の動作について説明する。図30に於いて、1927は、図30の光受信器1926が正常に受信しているかを判断し（図29に於いて2901）、正常に受信していなければ、ノード2830からノード2829へのOAM回線を用い、他の光伝送路からのOAM信号光を受信するように光セクタ1925を切り替える命令を光セクタ1925へ出す（図29に於いて2902）ようにする。光伝送路1926が正常に受信していれば、開始（2900）へ戻る。

【0409】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0410】例えば、実施例では、図28に於いて光セクタ1925と光送信器2126を用いたが、電気のセクタと、8台の光送信器を電気のセクタに接続したシステムを用いても、本発明は適用できる。

【0411】第67の発明の実施例について図31、図32を用いて説明する。

【0412】図31は、本発明の第1の一実施例を示すブロック図である。第67の発明の実施例として、図31のように、第53の発明の実施例として用いた図19のノード構成を改造したものをを用いることができる。図31において、3129は光ネットワークノードを表す。3109～3116は、光信号の状態を判断するための光受信器（m個の光信号判定手段）であり、ここでは断検出のみを行うため、光パワーのみをモニタする簡易な光受信器を用いることができる。3101～310

8は、光を入力すると5:95にパワーが分岐されて出力される光カップラ（m個の第2の光分離手段）であり、ここでは、入力光の5%程度の光パワーが得られる出力端を光受信器3109～3116に接続し、入力光の95%程度の光パワーが得られる出力端を情報処理装置1927に接続する。1917～1924は、1.31 $\mu$ mの波長と1.55 $\mu$ mの波長とを分離するWDMカップラ（m個の第1の光分離手段）で、1.31 $\mu$ mの波長の光を光スイッチ回路網1928の方へ出力し、1.55 $\mu$ mの波長の光を光カップラ3101～3108の方へ出力する。

【0413】第53の発明の実施例である図19の構成では、光セクタ1925を用いてどれかの光信号を選択するので、光伝送路1901～1908を伝送される各光信号の状態を観測できなかった。しかし、図31のような構成を用いることにより、光セクタへ入力される前に1901～1908の各光伝送路を伝送されてきた光信号を一部分岐して、光受信器3109～3116へ入力することができ、1901～1908の各光伝送路を伝送されてきたOAM信号光の状態（正常に受信しているか否か）を観測することができる。光伝送路の断線などの障害の場合は、主信号光の受信状態とOAM信号光の受信状態はほぼ比例するので、光信号のまま通過するノード3129に於いて、主信号光の状態を擬似的に観測することができ、又、光伝送路の断検出を行うことができる。

【0414】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0415】例えば、光信号の状態を判断する光信号判定手段として、光パワーだけを検出する簡易な光受信器を用いたが、ビット誤り率まで観測できる光受信器を用いても、本発明は適用できる。

【0416】次に、本発明の第2の実施例について、図32を用いて説明する。

【0417】図32は、本発明の第2の実施例を示すブロック図である。図32に於いて3229は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。図32は、第67の発明の実施例の図31に於いて光スイッチ回路網1958の位置とWDMカップラ1917～1924以下に接続されている部分を左右逆に入れ替えたものである。図31に比べて配置が異なるだけであり、その他の詳細な説明は、第1の実施例と同様である。

【0418】第68の発明の実施例について、図33、図34を用いて説明する。図33は本発明の一実施例を示すブロック図であり、図34は本発明を実現するために、本発明のノードで授受を行うOAM信号光の転送フレームの一例を表す。

【0419】図33は、第1の発明の第2の実施例の構成を改造したものであり、図2中の光受信器101（光受信手段）と情報処理装置105（情報処理手段）の間

に、時分割多重分離装置3301（情報分離手段）、パケット処置装置3302（第2群のプロトコル処理手段）、ビット情報処理装置3303（第1群のプロトコル処理手段）を挿入したものである。時分割多重分離装置3301は、ビットのフレーミングバイトからの相対的位置と値がOAM情報であるバイトをビット情報処理装置3303の方へ出力し、パケット転送を行っているバイトをパケット処理装置3302の方へ出力する。パケット処置装置3302は、X.25に基づくプロトコル（第2群のプロトコル）の処理を行う。ビット情報処理装置3303は、転送フレーム時間軸上でのビットの位置と値を認識し、OAM情報処理に用いる変数へ値を格納する処理を行う（第1群のプロトコル）。時分割多重分離装置3301、ビット情報処理装置3303、パケット処理装置3302としては、SDHの光信号終端装置（Optical Line Terminators and Multiplexers）に含まれる装置を用いることができる。

【0420】第1の発明の第2の実施例と同様に、主信号は1.31 $\mu$ m、OAM信号光は1.55 $\mu$ mの波長の光で伝送している系を用いる。1.31 $\mu$ mの波長の主信号光の伝送フレームとして、SDHの伝送フレームを用いることができる。1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光の伝送フレームとしては、図34に示す伝送フレームを用いることができる。図34に於いて、3400は転送フレームを表し、横軸は時間を表す。3401はフレーミングバイトであり、フレームの始まりを認識するために11010110等のある固定パターンのビット列を持つ。3402は、光伝送路の状態を表したり、スイッチング命令を転送するバイトであり、ビットのフレーム上での位置と値が意味（以下、ビット情報と呼ぶ）を持つ。第1ビットは、1ならば光伝送路は正常であり、0ならば光伝送路が遮断されていることを表す。その他、第2ビットと第3ビットの組み合わせで情報を表す。例えば、第2ビットが0で第3ビットが1であるならば、現在使用している現用光伝送路から予備光伝送路に切り替える命令を表すものを用いる。ビット情報を持つバイト3402には、簡単な制御で行える網障害回復に必要な、光伝送路の情報や、光スイッチ回路網の切り替え命令等が格納される。3403は、パケットを転送する領域であり、X.25のプロトコルによるパケットが載せられる。パケットを用いる回線は、複雑な制御情報のやり取りを必要とする情報や、隣接ノードに対する命令でないOAM情報や、緊急でないOAM情報のやり取りを行う回線として用いる。例えば、遠隔操作により光スイッチ回路網を切り替えて光信号の通る経路を変える命令の授受を行う回線として用いる。

【0421】光伝送路103には、主信号光とOAM信号光が重畳された光信号が伝送されている。ノード3300へ到着すると、WDMカップラ204により1.3

1 $\mu$ mの波長の主信号光は光スイッチ回路網102へ伝送され、1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光は光受信器101へ入力される。光受信器101へ入力された光信号は、電気信号に変換され、図34に示すフレーミング・バイト3401を検出し、フレーム同期を行う。その後、OAM信号を時分割多重分離装置3301へ入力し、ビット情報を持つバイトをビット情報処理装置3303の方へ出力し、パケット転送を行っているバイトをパケット処理装置3302の方へ出力する。パケット処理装置3302では、このパケット伝送で用いているプロトコル（X.25）の処理を行いOAM情報を得て、情報処理装置105へOAM情報を引き渡す。ビット情報処理装置3303では、「ビットの位置と値がOAM情報であるバイト」の第1ビットの内容を変数X1に格納し、第2ビットの内容を変数X2に格納し、第3ビットの内容を変数X3に格納し、情報処理装置105へOAM情報を引き渡す。

【0422】図33のような光ネットワークノード構成を用いることにより、光信号のまま通過するノード3300に於いて、OAM信号を得ることができる。図34のようなフレーム構成を用いているので、急を要するOAM情報であるビット情報とそんなに急を要しないパケット情報を分離してOAM情報を得ることにより、より効率的なOAMを行うことができる。例えば、現用光伝送路から現用光伝送路と同じ経路を通っている予備光伝送路へ障害回復のような比較的簡単な障害回復の場合は、バイト3402の持つビット情報のみにより障害回復を行うと、情報がビットの位置とその値のみにより伝送され、パケット通信の処理に時間がかかるプロトコルを通ってないことにより、OAM情報の転送速度が早く、より速い障害回復が可能となる。

【0423】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0424】例えば、実施例では、第1群のプロトコル処理手段としてパケット処理装置3302を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0425】又、実施例では、第2群のプロトコル処理手段としてビット情報処理装置3303を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0426】又、実施例では、光スイッチ回路網102の入力端にWDMカップラ204の出力端を接続した構成を用いたが、光スイッチ回路網102の出力端にWDMカップラ204の入力端を接続した構成を用いても、光機能回路手段とOAM信号光を重畳する位置を入れ替えただけなので、本発明は適用できる。

【0427】第69の発明の実施例について、図33、図34を用いて説明する。図33は、本発明の一実施例を示すブロック図であり、図34は本発明の実施例

に係る、OAM信号の転送フレームの一例である。

【0428】第69の発明は、第68の発明に於いて、第1群のプロトコル処理手段として、ビットの相対的位置、及びビットの値や複数ビットの組み合わせが前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つプロトコルを処理するプロトコル処理手段に限定するものであり、本発明の実施例として、第68の発明の実施例を用いることができ、説明は第68の実施例と同様である。

【0429】本発明に於いては、ビットのフレーミングバイトからの相対的位置、及びビットの値や複数ビットの組み合わせが前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つようにすることにより、複雑なプロトコル処理を介さない分、速いOAM情報の転送が可能となり、障害回復等の急な対応が必要なOAMを速く行い、それほど急な対応が必要でないOAMは、より機能性の高いプロトコルを用いて転送することができ、光信号のまま主信号が通過するノードで、より効率的なOAMを行うことができる。

【0430】第70の発明の実施例について、図34、図35を用いて説明する。図35は本発明の一実施例を示すブロック図であり、図34はそのノードにおいて転送される信号の転送フレームの一例である。

【0431】図35に於いて、3500は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）である。図35は、第3の発明の実施例の構成を示す図3を改造したものであり、図3中の光送信器301（光送信手段）と情報処理装置305（情報処理手段）の間に、時分割多重装置3501（情報重畳手段）、パケット処置装置3502

（第2群のプロトコル処理手段）、ビット情報処理装置3503（第1群のプロトコル処理手段）を挿入したもので、本発明の実施例として用いることができる。第3の発明の実施例と同様に1.31 $\mu$ mの波長の光信号が主信号として、光伝送路を伝送されており、1.55 $\mu$ mの波長の光信号をOAM信号光として用いる。パケット処理装置3502は、X.25に基づくプロトコル

（第2群のプロトコル）の処理を行う。ビット情報処理装置3303は、OAM情報処理に用いる変数へ値を格納する処理を行う（第1群のプロトコル）。時分割多重装置3501、ビット情報処理装置3503、パケット処理装置3502としては、SDHの光信号終端装置

（Optical Line Terminators and Multiplexers）に含まれる装置を用いることができる。第1の発明の第2の実施例と同様に、主信号は1.31 $\mu$ m、OAM信号光は1.55 $\mu$ mの波長の光で伝送している系を用いる。1.31 $\mu$ mの波長の主信号光の伝送フレームとして、SDHの伝送フレームを用いることができる。1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光の伝送フレームとしては、図34に示す伝送フレームを用いることができる。その詳細な説明は、第68の発明の実施例にて説明した。

【0432】情報処理装置305が発生したOAM情報の内、ビットやバイトのまま転送する情報をビット情報処理装置3503へ入力し、パケットにして転送する情報をパケット処理装置3502へ入力する。ビット情報処理装置3503では、ある変数で入ってきた情報をビット列に変換し、その情報の入るべき時間軸上の相対的位置へ値を格納する（第1群のプロトコル）。パケット処理装置3502では、入力された信号を分割しパケットに変換する。時分割多重装置3501には、ビット情報処理装置3503とパケット処理装置3502とからの信号が入力され、受信ノードでのフレーミングに用いるフレーミングバイト3401を付加し、図34に示す転送フレーム3400を構成する。この転送フレーム3400は、光送信器301へ入力され、1.55 $\mu$ mの波長の光信号に変換される。このOAM信号光は、WDMカップラ304へ入力され、光スイッチ回路網302から出力された1.31 $\mu$ mの波長の主信号光と重畳されて、光伝送路303へ伝送される。このようにOAM信号光と主信号光とが重畳された光信号は、第68の発明の実施例である図33に示すノードを用いることにより、OAM信号光をそのノードにて得ることができる。

【0433】図35のような光ネットワークノード構成を用いることにより、光信号のまま通過するノード3500に於いて、OAM信号を他ノードへ送ることができる。図34のようなフレーム構成を用いているので、急を要するOAM情報であるビット情報とそんなに急を要しないパケット情報を分離してOAM情報を得ることにより、より効率的なOAMを行うことができる。例えば、現用光伝送路から現用光伝送路と同じ経路を通っている予備光伝送路へ障害回復のような比較的簡単な障害回復の場合は、バイト3402の持つビット情報のみにより障害回復を行うと、情報がビットの位置及びその値のみにより伝送され、パケット通信の処理に時間がかかるプロトコルを通ってないことにより、OAM情報の転送速度が早く、より速い障害回復が可能となる。

【0434】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0435】例えば、実施例では、第1群のプロトコル処理手段としてパケット処理装置3502を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0436】又、実施例では、第2群のプロトコル処理手段としてビット情報処理装置3503を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0437】又、実施例では、光スイッチ回路網302の出力端に光カップラ304の入力端を接続した構成を用いているが、光スイッチ回路網302の入力端に光カップラ304の出力端を接続した構成を用いても、光機

能回路手段とOAM信号光を重畳する位置を入れ替えた  
だけなので、本発明は適用できる。

【0438】第71の発明の実施例について、図34、  
図35を用いて説明する。

【0439】図35は、本発明の一実施例を示すブロッ  
ク図であり、図34は本発明を実施するに辺り、用いる  
OAM信号の転送フレームの一例である。第71の発明  
は、第70の発明に於いて、第1群のプロトコル処理手  
段として、ビットのフレーミングバイトからの相対的位  
置、及びビットの値や複数ビットの組み合わせが前記ネ  
ットワークの運用、管理、及び保守情報を持つプロトコ  
ルを処理するプロトコル処理手段に限定するものであ  
り、本発明の実施例は、第70の発明の実施例の説明と  
同様である。

【0440】本発明に於いては、ビットのフレーミング  
バイトからの相対的位置、及びビットの値や複数ビット  
の組み合わせが前記ネットワークの運用、管理、及び保  
守情報を持つようにすることにより、複雑なプロトコル  
処理を介さない分、速いOAM情報の転送が可能とな  
り、障害回復等の急な対応が必要なOAMを速く行い、  
それほど急な対応が必要でないOAMは、より機能性の  
高いプロトコルを用いて転送することができ、光信号の  
まま主信号が通過するノードで、より効率的なOAMを  
行うことができる。

【0441】第72の発明の実施例について、図36と  
図37を用いて説明する。図36は、本発明の一実施例  
を示すブロック図であり、図37は本発明を実現するた  
めにそのノードを転送されるOAM信号の転送フレーム  
の一例である。

【0442】図36に於いて、3600は光ネットワー  
クノード（光ネットワーク装置）である。図36は、第  
53の発明の実施例で用いた図19の構成に於いて、光  
受信器1926と情報処理装置1927（情報処理手  
段）の間に、時分割多重分離装置3601（情報分離手  
段）、パケット処理装置3302（第1群のプロトコル  
処理手段）、ビット情報処理装置3603～3610

（第2群のプロトコル処理手段）が接続される構成を用  
いることができる。3620は光受信器1926と光セ  
レクタ1925からなる「選択光受信手段」である。ビ  
ット情報処理装置3603～3610は、OAM情報処  
理に用いる変数へ値を格納する処理を行う（第2群のプ  
ロトコル）。時分割多重分離装置3601は、ビット情  
報を持つバイトをビット情報処理装置3603～361  
0の方へ出力し、パケット転送を行っているバイトをパ  
ケット処理装置3602の方へ出力する。パケット処  
置装置3602は、X.25に基づくプロトコル（第1群  
のプロトコル）の処理を行う。時分割多重分離装置36  
01、ビット情報処理装置3603～3610、パケッ  
ト処理装置3302としては、SDHの光信号終端装置  
（Optical Line Terminators

and Multiplexers）に含まれる装置  
を用いることができる。

【0443】第53の発明の実施例と同様に、主信号は  
1.31 $\mu$ m、OAM信号光は1.55 $\mu$ mの波長の光  
で伝送している系を用いる。1.31 $\mu$ mの波長の主信  
号光の伝送フレームとして、SDHの伝送フレームを用  
いることができる。1.55 $\mu$ mの波長のOAM信号光  
の伝送フレームとしては、図37に示す伝送フレームを  
用いることができる。図37に於いて、3700は転送  
フレームを表し、横軸は時間を表す。3709はフレー  
ミングバイトであり、フレームの始まりを認識するため  
に11010110等のある固定パターンのビット列を  
持つ。3701～3708は、1901～1908の各  
光伝送路の状態を表すバイトであり、光伝送路1901  
に関するOAM情報はバイト3701に対応し、光伝送  
路1902はバイト3702...と、各OAM情報と  
各光伝送路は対応する。3701～3708の各バイト  
が持つ情報は、第68の実施例の説明で用いた図34の  
転送フレーム中の「ビットの値と位置がOAM情報であ  
るバイト」3402と同様である。パケット転送バイト  
3710は、第68の発明の実施例で説明したパケット  
転送バイト3403と同じようにX.25のプロトコル  
によるパケット通信を行う。

【0444】光受信器1925へOAM信号光が入力さ  
れるまでの動作は、第53の発明の実施例の動作の説明  
と同様である。光受信器1926へ入力された光信号  
は、電気信号に変換され、図37に示すフレーミング・  
バイト3709を検出し、フレーム同期を行う。その  
後、OAM信号を時分割多重分離装置3601へ入力  
し、ビット情報を持つバイトをビット情報処理装置36  
03～3610の方へ出力し、パケット転送を行ってい  
るバイトをパケット処理装置3302の方へ出力する。  
パケット処理装置3302では、このパケット伝送で用  
いているプロトコル（X.25）の処理を行いOAM情  
報を得て、情報処理装置105へOAM情報を引き渡  
す。ビット情報処理装置3603～3610では、バイ  
ト3701の第1ビットの内容を変数X11に格納し、  
第2ビットの内容を変数X12に格納し、...、バイ  
ト3702の第1ビットの内容を変数X21に格納  
し、...、バイト3708の第8ビットの内容を変数  
X88に格納する等して、情報処理装置1927へ各光  
伝送路の持つOAM情報を引き渡す。

【0445】図36のような光ネットワークノード構成  
を用いることにより、光信号のまま通過するノード36  
00に於いて、OAM信号を得ることができる。図37  
のようなフレーム構成を用いているので、急を要するO  
AM情報であるビット情報とそんなに急を要しないパケ  
ット情報を分離してOAM情報を得ることにより、より  
効率的なOAMを行うことができる。例えば、現用光伝  
送路から現用光伝送路と同じ経路を通っている予備光伝

送路へ障害回復のような比較的簡単な障害回復の場合は、バイト3701の持つビット情報のみにより障害回復を行うと、情報がビットの値のみにより伝送され、パケット通信の処理に時間がかかるプロトコルを通ってないことにより、OAM情報の転送速度が早く、より速い障害回復が可能となる。又、光セレクタ1925を用いてどれかの光伝送路を通ってきたOAM信号光を選択しても、常に光伝送路1901~1908に必要なOAM情報を得ることができ、主信号系とは独立に、OAM回線の障害回復を行うことができる。

【0446】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0447】例えば、実施例では、第1群のプロトコル処理手段としてパケット処理装置3302を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0448】又、実施例では、第2群のプロトコル処理手段としてビット情報処理装置3603~3610を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0449】又、実施例では、光スイッチ回路網1927の入力端にWDMカップラ1917~1924の出力端を接続した構成を用いたが、光スイッチ回路網1927の出力端にWDMカップラ1917~1924の入力端を接続した構成を用いても、光機能回路手段とOAM信号光を重畳する位置を入れ替えただけなので、本発明は適用できる。

【0450】第73の発明の実施例について、図36、図37を用いて説明する。

【0451】図36は本発明の一実施例を示すブロック図であり、図37は本発明を実現するためにそのノードを転送されるOAM信号の転送フレームの一例である。第73の発明は、第72の発明に於いて、第2群のプロトコル処理手段として、ビットそのもの又は複数ビットの組み合わせそのものが前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つプロトコルを処理するプロトコル処理手段に限定するものであり、本発明の実施例は、第72の発明の実施例の説明と同様である。

【0452】本発明に於いては、ビットそのもの又は複数ビットの組み合わせそのものが前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つようにすることにより、複雑なプロトコル処理を介さない分、速いOAM情報の転送が可能となり、障害回復等の急な対応が必要なOAMを速く行い、それほど急な対応が必要でないOAMは、より機能性の高いプロトコルを用いて転送することができ、光信号のまま主信号が通過するノードで、より効率的なOAMを行うことができる。

【0453】第74の発明の実施例について、図37、図38を用いて説明する。図38は本発明の一実施例を

示すブロック図であり、図37は、本発明を実現するためにそのノードを転送されるOAM信号光の転送フレームである。

【0454】図38は、第55の発明の実施例を示す図21に於いて、光送信器2126と情報処理手段2127（情報処理手段）の間に、時分割多重装置3801（情報重畳手段）、パケット処理装置3802（第1群のプロトコル処理手段）、ビット情報処理装置3803~3810（第2群のプロトコル処理手段）を挿入したものであり、この図38の構成を第74の発明の実施例として用いることができる。3811は光送信器2126と光分岐器2125からなる「光分岐送信手段」である。図38の光伝送路2109に関するOAM情報をビット情報処理装置3803に入力させ図37のバイト3701を生成し、光伝送路2110に関するOAM情報をビット情報処理装置3804に入力しバイト3702を生成し、...、光伝送路2116に関するOAM情報をビット情報処理装置3810に入力しバイト3708を生成する（第2群のプロトコル）。各バイトは、あるビットの時間軸上の相対的位置と値が意味を持つ。パケット通信で転送するOAM情報は、パケット処理装置3802へ入力しパケット転送バイト3710を生成する（第1群のプロトコル）。時分割多重装置3801に於いて、これらのバイトを時分割多重し、図37の転送フレーム3700を生成する。この後は、第55の発明の実施例の説明と同様にして他ノードへOAM信号光が伝送される。この信号を受信したノードに於いては、第72の発明の実施例で用いた図36の構成を用いることによりOAM情報を得ることができる。

【0455】図38のような光ネットワークノード構成を用いることにより、光信号のまま通過するノード3800に於いて、OAM信号を他ノードへ送ることができる。図37のようなフレーム構成を用いているので、急を要するOAM情報であるビット情報とそんなに急を要しないパケット情報を分離してOAM情報を得ることにより、より効率的なOAMを行うことができる。例えば、現用光伝送路から現用光伝送路と同じ経路を通っている予備光伝送路へ障害回復のような比較的簡単な障害回復の場合は、バイト3701の持つビット情報のみにより障害回復を行うと、情報がビットの値のみにより伝送され、パケット通信の処理に時間がかかるプロトコルを通ってないことにより、OAM情報の転送速度が早く、より速い障害回復が可能となる。又、光伝送路2109~2116の全ての光伝送路に、全ての光伝送路に関するOAM情報を持っているOAM信号を送っているの、どの光伝送路に障害が発生しても、OAM情報の受け側で切り替えてやることにより、全ての光伝送路に関するOAM情報を得ることができる。

【0456】本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0457】例えば、実施例では、第1群のプロトコル処理手段としてパケット処理装置3502を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0458】又、実施例では、第2群のプロトコル処理手段としてビット情報処理装置3503を用いているが、フレーム・リレーのセルやATMのセルを組み立て処理する装置を用いても、本発明は適用できる。

【0459】又、実施例では、光スイッチ回路網302の出力端に光カップラ304の入力端を接続した構成を用いているが、光スイッチ回路網302の入力端に光カップラ304の出力端を接続した構成を用いても、光機能回路手段とOAM信号光を重畳する位置を入れ替えただけなので、本発明は適用できる。

【0460】第75の発明の実施例について、図37、図38を用いて説明する。

【0461】図38は本発明の一実施例を示すブロック図であり、図37は、本発明を実現するためにそのノードを転送されるOAM信号光の転送フレームである。第75の発明は、第74の発明に於いて、第2群のプロトコル処理手段として、ビットの時間軸上での相対的位置、及びビットの値や複数ビットの組み合わせの値が前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つプロトコルを処理するプロトコル処理手段に限定するものであり、本発明の実施例は、第74の発明の実施例の説明と同様である。

【0462】本発明に於いては、ビットの時間軸上の相対的位置、及びビットの値や複数ビットの組み合わせによる値が前記ネットワークの運用、管理、及び保守情報を持つようにすることにより、複雑なプロトコル処理を介さない分、速いOAM情報の転送が可能となり、障害回復等の急な対応が必要なOAMを速く行い、それほど急な対応が必要でないOAMは、より機能性の高いプロトコルを用いて転送することができ、光信号のまま主信号が通過するノードで、より効率的なOAMを行うことができる。

【0463】第76の発明の実施例について、図39を用いて説明する。

【0464】図39は本発明の一実施例を示すブロック図である。図39に於いて、3900は光ネットワークノード（光ネットワーク装置）を表す。102は第1の発明の実施例で用いた光スイッチ回路網102（光機能回路手段）である。3901、3902、3903は、他ノードと接続される光伝送路であり、これらの光伝送路には、SDHの転送フレームを用いた光信号が伝送されている。3907は光受信器（光受信手段）であり、光伝送路3901を通過している光信号の光レベルが落ちてないかをチェックする。104は光カップラ（光分離手段）で、第1の発明の実施例で用いたものと同じものを用いることができる。105は情報処理装置（情報処

理手段）で、第1の発明の実施例で用いたものを用いることができる。3904は主信号発生器（信号出力装置）で、SDHの転送フレームのペイロードの信号を出力する。情報処理装置105から出力するSOHの空きバイトには、光ネットワークのOAM情報が載せられており、SDHの装置を改造することにより実現することができる。3905は、情報処理装置105から受け取るSOH（Section Overhead）信号と主信号発生器3904からの出力信号とを重畳する時分割多重装置（信号重畳手段）であり、SDHの装置を用いることができる。3906は光送信器（光送信手段）であり、SDHの終端装置（Optical Line Terminators and Multiplexers）の送信部を用いることができる。

【0465】光伝送路3901から伝送されてきた光信号は光カップラ104に入力後、大部分の光信号は光スイッチ回路網102を通過して光信号のまま光伝送路3902へ伝送され、他ノードへ伝送される。従来、光信号のまま通過するノードに於いてOAM情報の授受ができなかったが、光カップラ104で、一部光信号をタップして光受信器3907へ入力することにより、光信号の監視が可能となる。光受信器3907は、光信号がある閾値以上のパワーを持っていると光伝送路3901を伝送されてきた光信号は正常の信号であると判断し、その旨を情報処理装置105へ転送する。情報処理装置105では、SDHのSOHを生成するが、SDHのフレームのSOH中の未使用のバイトに光ネットワーク特有のOAM情報を載せることができる。主信号発生器3904はSDHのフレーム中のペイロードを生成するが、時分割多重装置3905に於いて、情報処理装置105からのSOHと多重され、SDHの転送フレームを生成する。生成されたSDH転送フレームは光送信器3906により光信号に変換され、他ノードへ伝送される。

【0466】光伝送路3901を通過して、光伝送路3902へいく光信号はノード3900では、光信号のまま光スイッチ回路網102により切り替えられて他ノードへ伝送されるので、従来構成であると、OAM信号の授受が不可能であった。しかし、図39のノード構成を用いることにより、光伝送路3901や、ノード3900に関するOAM情報の授受が可能となる。

【0467】本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0468】例えば、実施例では、SDHの転送フレームを用いたが、SONET他の転送フレームを用いても、本発明は適用できる。

【0469】又、実施例では、光分離手段（光カップラ104）を光機能回路手段（光スイッチ回路網102）に入力される前に配置したが、光スイッチ回路網102の出力された後に配置しても、本発明は適用できる。

【0470】又、実施例では、光送信手段（光送信器3



906)を光スイッチ回路網102(光機能回路手段)の入力端に接続したが、光スイッチ回路網102を通さずに、直接他ノードへ接続される光伝送路3903に接続しても、本発明は適用できる。

【0471】第77の発明の実施例について、図40を用いて説明する。

【0472】図40は本発明の一実施例を示すブロック図である。図40に於いて、4000は光ネットワークノード(光ネットワーク装置)を表す。、102は光スイッチ回路網(光機能回路手段)であり、第1の発明の実施例で用いたものを用いることができる。4001、4002、4003、4004は、他ノードと接続される光伝送路であり、これらの光伝送路には、SDHの転送フレームを用いた光信号が伝送されている。4005は光受信器(光受信手段)であり、SDHの終端装置(Optical Line Terminators and Multiplexers)の受信部を用いることができる。4007は主信号処理装置(信号入力手段)で、SDHのペイロード信号の処理を行う。4006は時分割多重分離装置(信号分離手段)で、SDHの終端装置を用いることができ、SOHとペイロードを分離して、SOHを情報処理装置105へ出力し、ペイロードを主信号処理装置4007へ出力する。105は情報処理装置(情報処理手段)で、第1の発明の実施例で用いたものを用いることができる。3904は主信号発生器(信号出力手段)で、SDHの転送フレームのペイロードの信号を出力する。情報処理装置105から出力するSOHの空きバイトには、光ネットワークのOAM情報が載せられており、SDHの装置を改造することにより実現することができる。3905は、情報処理装置105から受け取るSOH(Section Overhead)信号と主信号発生器3904からの出力信号とを重畳する時分割多重装置(信号重畳手段)であり、SDHの装置を用いることができる。3906は光送信器(光送信手段)であり、SDHの終端装置(Optical Line Terminators and Multiplexers)の送信部を用いることができる。

【0473】SDHのSOH中に光ネットワークのOAM情報を載せる部分には、パケットを載せX.25のプロトコルにより通信を行う。ノード4000で、受け取ったパケットは、自ノード宛のOAM情報でなければ、受け取ったOAM情報をそのまま他ノードへ転送し、自ノード宛であれば、受け取ったOAM情報を処理する。このようにして、光信号のまま切り替えられてノードを通過する光信号(光伝送路4001、4003を通る光信号)が存在しても、電気終端されている光伝送路4002、4004の光信号のSOHを利用してOAM情報の授受を行うことができる。

【0474】本発明は、この実施例に限定されるもので

はない。

【0475】例えば、伝送される光信号の転送フレームとしてSDHの転送フレームを用いたが、SONETのような他の転送フレームを用いても、本発明は適用できる。

【0476】又、実施例では、光受信手段(光受信器4005)を光機能回路手段(光スイッチ回路網102)の出力端に接続したが、光伝送路4002に直接接続しても、本発明は適用できる。又、光送信器3906を光スイッチ回路網102の入力端に接続したが、光伝送路4004に直接接続しても、本発明は適用できる。

【0477】第78の発明の実施例について、図40を用いて説明する。

【0478】第78の発明は、第77の発明の光機能回路手段を光スイッチ回路網に限定するものであり、実施例として図40のノード構成を用いることができる。光スイッチ回路網として、第1の発明の実施例で説明した光スイッチ回路網102を用いることができる。光伝送路4002から伝送されてきた光信号は、ノード4000の中で、光受信器4005により終端されており、ノード4000は、電気的な終端点となっている。又、光伝送路4004は、光送信器3906に於いて電気信号から光信号に変化されたものが出力されており、ノード4000は光伝送路4004を伝送されている光信号の電気的な終端点となっている。動作、作用等の説明は第77の発明の実施例の記述と同様である。光機能回路手段として光スイッチ回路網を用いることにより、光受信器4005を用いて受信する対象となる光伝送路を光伝送路4002以外の他の光伝送路に切り替えることができるので、光伝送路4002に障害が発生しても、他の光伝送路の光信号を受信するように切り替えてやることにより、OAM情報を受け取ることができる。

【0479】以上、実施例により第1の発明から第78の発明までを詳細に説明したが、これらの発明は上述した実施例に限定されるものではない。

【0480】例えば、実施例で、光分離手段として、光分岐器や、WDMカップラを用いた発明があるが、光分離手段として、偏向制御器と偏光スプリッタを用いても本発明は適用できる。その場合、主信号をTE偏向、OAM情報を伝送する光信号をTM偏向を用いて偏波多重して伝送し各ブロックを偏波保持ファイバで接続し、TM偏向の光のみを抽出してOAM情報を得る。偏光制御器としては、ファイバに圧力をかけ偏光を変えて制御する装置を用いることができ、偏光スプリッタとしては、例えばLiNbO3はこのような複屈折性を持つ結晶を用いることにより実現できる。

【0481】又、光分離手段(WDMカップラ402)として、1.31 $\mu$ mと1.55 $\mu$ mの波長を分離するWDMカップラを用いた実施例に対しては、主信号光が1.31 $\mu$ m、監視信号光が1.55 $\mu$ mの波長でない

場合でも、主信号光とOAM信号光とに用いている波長を分離できるWDMカップラを用いても、本発明は適用できる。

【0482】又、光分離手段や光重畳手段として用いた光カップラは、分岐比が95:5や1:1のものを用いたが、分岐比は、主信号系に影響がなく、光受信手段で受信できるように分岐されている値であれば、95:5や1:1でなくても本発明は適用できる。

【0483】実施例では、光機能回路手段として光スイッチ回路網を用いたが、光分岐器、スターカップラ、WDMカップラ、アイソレータ等の受動光素子を用いても、本発明は適用できる。又、光機能回路手段として、光スイッチ回路網に光分岐器、WDMカップラ等の光部品を付加した構成のものを用いても、本発明は適用できる。又、光機能回路手段として、光機能回路手段が主信号用の光受信器や光送信器を含む場合でも、本発明は適用できる。光機能回路手段として、Erドープトファイバ、半導体光増幅器のような光増幅器を用いても本発明は適用できる。又、光機能回路手段として、光信号の終端装置と電気信号を切り替えるスイッチ回路網手段（交換機、クロスコネクト装置）とからなる「光信号の終端装置と電気スイッチ回路網手段とからなる装置」を用いても本発明は適用できる。又、光機能回路手段として、光信号の終端装置と電気信号を再生中継する中継器とからなる装置を用いても本発明は適用できる。又、光機能回路手段として、入力端と出力端とを光ファイバで接続するだけの光回路網を用いても、本発明は適用できる。又、光機能回路手段として、他の光機能回路手段の前段、後段に、光重畳手段や、光分離手段や他の光機能回路手段を接続した光機能回路手段を用いても、本発明は適用できる。又、光機能回路手段として、波長分割多重光スイッチ回路網や、時分割多重スイッチ回路網を含む構成を用いても、本発明は適用できる。

【0484】光スイッチ回路網の中で用いる光スイッチとして、LiNbO<sub>3</sub>を用いて作られた光スイッチを用いたが、機械式光スイッチ、半導体光スイッチ、石英光スイッチ等任意の光スイッチを用いて構成された光スイッチ回路網を用いても、本発明は適用できる。

【0485】光スイッチ回路網として第1の発明の実施例で説明したような、光スイッチ回路網102を用いたが、任意のスイッチ回路網構成の、任意の入出力ポート数のスイッチ回路網を用いても、本発明は適用できる。

【0486】又、情報処理手段としてワークステーションを用いたが、パーソナル・コンピュータ、DSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）等、光ネットワークのOAM情報を処理できるものであれば、本発明は適用できる。

【0487】第53の発明～第67の発明までの実施例では、選択手段として1×8の光セレクタや電気のセレクタを用いたが、1×m（mは2以上の整数）の光セレ

クタや電気のセレクタを用いても、本発明は適用できる。

【0488】第53の発明～第67の発明までの実施例では、光分岐手段として8分岐の光分岐器を用いたが、m（mは2以上の整数）分岐の光分岐器を用いても、本発明は適用できる。

【0489】第53の発明～第67の発明までの実施例では、分岐手段として8分岐の電気の分岐器を用いたが、m（mは2以上の整数）分岐の分岐器を用いても、本発明は適用できる。

【0490】

【発明の効果】本発明を適用するならば、主信号光が光のまま通過するノードに於いて、ネットワークの運用、管理、及び保守情報の授受を行うことができる。通過する主信号光にOAM信号光を重畳し、又、分離することにより、OAM情報を他ノードへ伝送することができ、効率的なネットワークの運用、管理及び保守を行うことができる。又、光ネットワークの運用、管理及び保守用の光伝送路を別に用意する必要もなく、経済的にネットワークの運用、管理、及び保守を行うことができる。又、ノード内に於いては、光信号、光伝送路、光機能回路手段の監視を行うことが可能であり、効率的なネットワークの運用、管理及び保守を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図2】第2の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図3】第3の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図4】第4の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図5】第5の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図6】第6の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図7】第15の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図8】第17の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図9】第19の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図10】第20の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図11】第29の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図12】第37の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図13】第38の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図14】第41の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図15】第43の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図16】第46の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図17】第47の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図18】第48の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図19】第53の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図20】第54の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図21】第55の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図22】第56の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図23】第57の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図24】第58の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図25】第59の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図26】第60の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図27】第61の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図28】第62の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図29】第65の発明等の一実施例に関わる流れ図である。

【図30】第66の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図31】第67の発明等の第1の実施例を示すブロック図である。

【図32】第67の発明等の第2の実施例を示すブロック図である。

【図33】第68の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図34】第68の発明等の実施例に係るOAM信号の転送フレーム例である。

【図35】第70の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図36】第72の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図37】第72の発明等の一実施例に係るOAM信号の転送フレーム例である。

【図38】第74の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図39】第76の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図40】第77の発明等の一実施例を示すブロック図である。

【図41】従来例の光クロスコネク・システム・ノードを示すブロック図である。

【図42】光スイッチ回路網の一構成例を示すブロック図である。

## 【符号の説明】

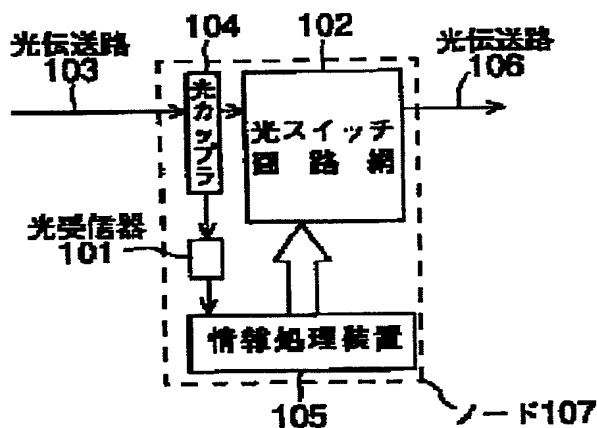
- 10 101 光受信器 (光受信手段)
- 10 102 光スイッチ回路網 (光機能回路手段)
- 10 103 光伝送路
- 10 104 光カップラ (光分離手段)
- 10 105 情報処理装置 (情報処理手段)
- 10 106 光伝送路
- 10 107 光ネットワークノード (光ネットワーク装置)
- 20 204 WDMカップラ (光分離手段)
- 30 301 光送信器 (光送信手段)
- 30 304 光カップラ (光重畳手段)
- 20 402 WDMカップラ (光分離手段)
- 40 404 光カップラ (光重畳手段)
- 50 502 WDMカップラ (光分離手段)
- 50 504 光カップラ (光重畳手段)
- 60 602 WDMカップラ (光分離手段)
- 60 604 光カップラ (光重畳手段)
- 70 702 光カップラ (光重畳手段)
- 70 704 WDMカップラ (光分離手段)
- 80 804 WDMカップラ (光分離手段)
- 90 904 光カップラ (光重畳手段)
- 30 1002 WDMカップラ (光分離手段)
- 1004 光カップラ (光重畳手段)
- 1102 WDMカップラ (第1の光分離手段)
- 1104 光カップラ (第2の光重畳手段)
- 1110 光カップラ (第1の光重畳手段)
- 1111 WDMカップラ (第2の光分離手段)
- 1202 光カップラ
- 1209 光変調器
- 1210 変調器
- 1221 光ネットワーク・ノード (第1の光ネットワーク装置)
- 40 1222 光ネットワーク・ノード (第2の光ネットワーク装置)
- 1321 光ネットワーク・ノード (第1の光ネットワーク装置)
- 1322 光ネットワーク・ノード (第2の光ネットワーク装置)
- 1401 WDMカップラ (第1の光分離手段)
- 1402 光カップラ (第3の光分離手段)
- 1403 光カップラ (第1の光重畳手段)
- 50 1405 WDMカップラ (第2の光分離手段)

- 101
- 1406 光カップラ (第2の光重畳手段)  
 1501 WDMカップラ (第1の光分離手段)  
 1502 光カップラ (第3の光分離手段)  
 1503 光カップラ (第1の光重畳手段)  
 1505 WDMカップラ (第2の光分離手段)  
 1506 光カップラ (第2の光重畳手段)  
 1601 変調器 (変調器手段)  
 1604 光変調器 (光信号変調器手段)  
 1701 変調器 (変調器手段)  
 1704 光変調器 (光信号変調器手段)  
 1804 光カップラ (光重畳手段)  
 1917~1924 WDMカップラ (m個の光分離手段)  
 1925 光セレクタ (選択手段)  
 2017~2024 WDMカップラ (m個の光分離手段)  
 2025~2032 光受信器 (m個の光受信手段)  
 2033 セレクタ (選択手段)  
 2117~2124 光カップラ (m個の光重畳手段)  
 2125 光分岐器 (光分岐手段)  
 2217~2224 光カップラ (m個の光重畳手段)  
 2225~2232 光送信器 (m個の光送信手段)  
 2233 分岐器 (分岐手段)  
 2317~2324 WDMカップラ (m個の光分離手段)  
 2325~2332 光カップラ (m個の光重畳手段)  
 2341 光分岐器 (光分岐手段)  
 2342 光セレクタ (選択手段)  
 2433~2440 光受信器 (m個の光受信手段)  
 2441 セレクタ (選択手段)  
 2541 分岐器 (分岐手段)  
 2553~2540 光送信器 (m個の光送信手段)  
 2633~2640 光送信器 (m個の光送信手段)  
 2641 分岐器 (分岐手段)

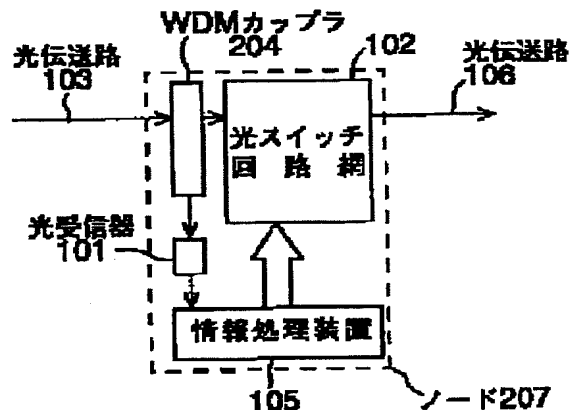
- 102
- \* 2830 第2の光ネットワーク装置  
 3101~3108 光カップラ (m個の第2の光分離手段)  
 3109~3116 光受信器 (m個の光信号判定手段)  
 3301 時分割多重分離装置 (情報分離手段)  
 3302 パケット処置装置 (第2群のプロトコル処理手段)  
 3303 ビット情報処理装置 (第1群のプロトコル処理手段)  
 3400 転送フレーム  
 3401 フレーミングバイト  
 3402 ビットの位置と値がOAM情報を表すバイト  
 3403 パケット転送を行うバイト  
 3501 時分割多重装置 (情報重畳手段)  
 3502 パケット処置装置 (第2群のプロトコル処理手段)  
 3503 ビット情報処理装置 (第1群のプロトコル処理手段)  
 3601 時分割多重分離装置 (情報分離手段)  
 3302 パケット処理装置 (第1群のプロトコル処理手段)  
 3603~3610 ビット情報処理装置 (第2群のプロトコル処理手段)  
 3801 時分割多重装置 (情報重畳手段)  
 3802 パケット処理装置 (第1群のプロトコル処理手段)  
 3803~3810 ビット情報処理装置 (第2群のプロトコル処理手段)  
 3905 時分割多重装置 (信号重畳手段)  
 4006 時分割多重分離装置 (信号分離手段)  
 4101 光スイッチ回路網  
 4201 8×8マトリクス光スイッチ

\*

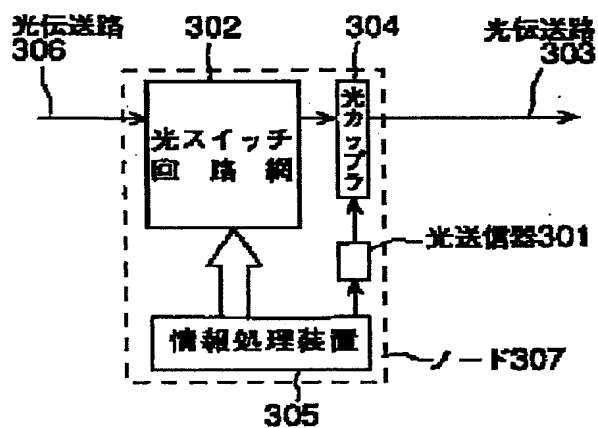
【図1】



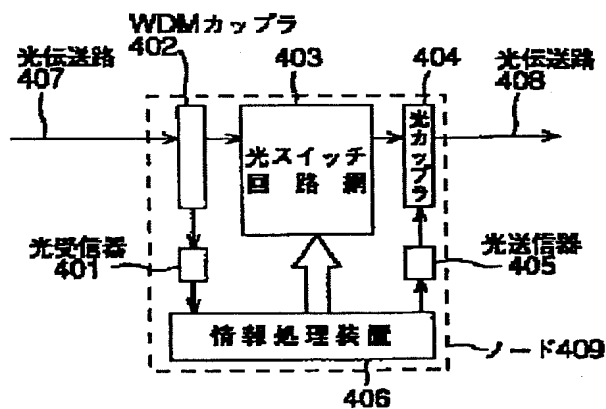
【図2】



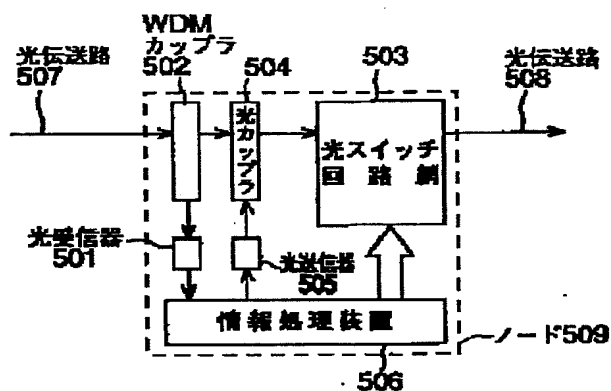
【図3】



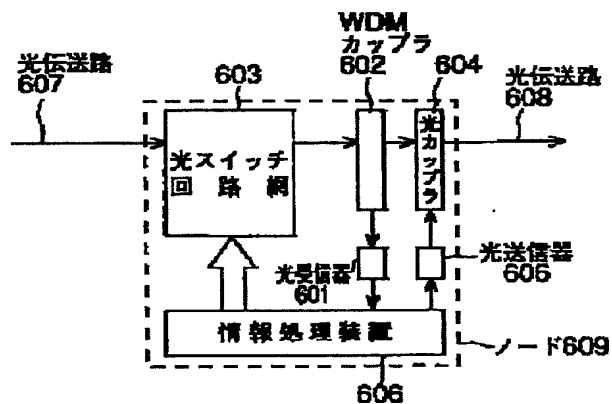
【図4】



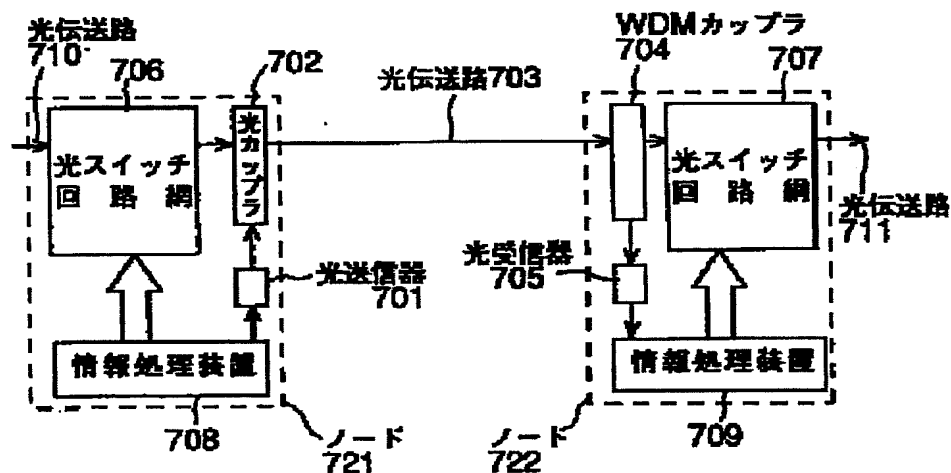
【図5】



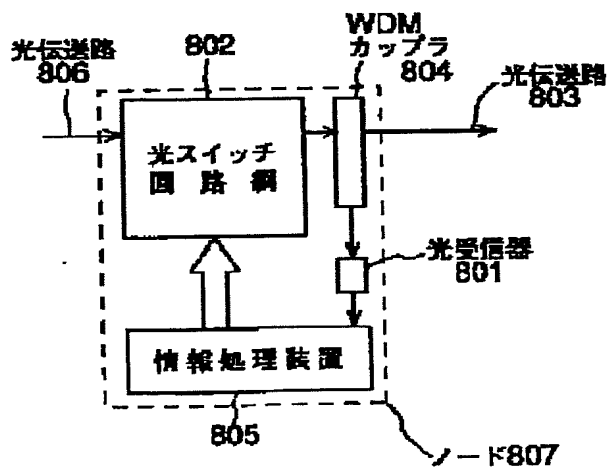
【図6】



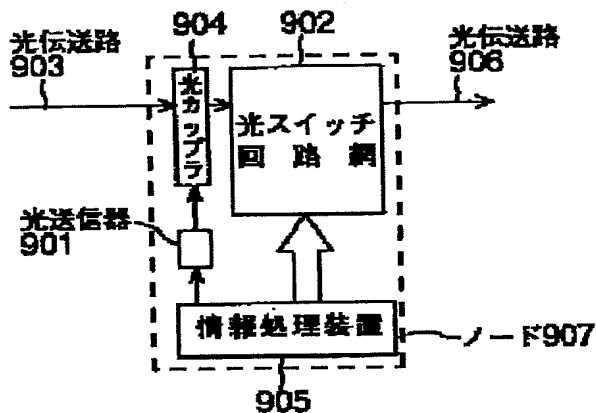
【図7】



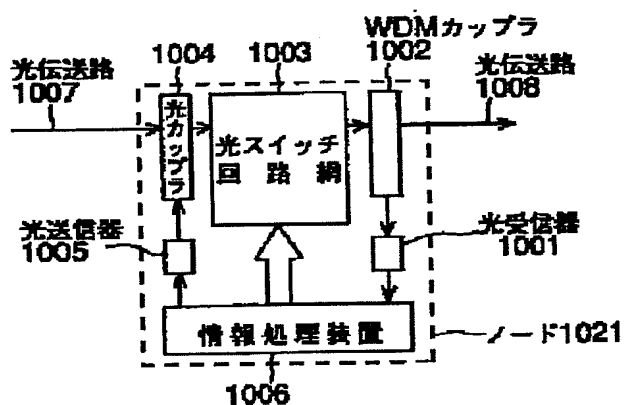
【図8】



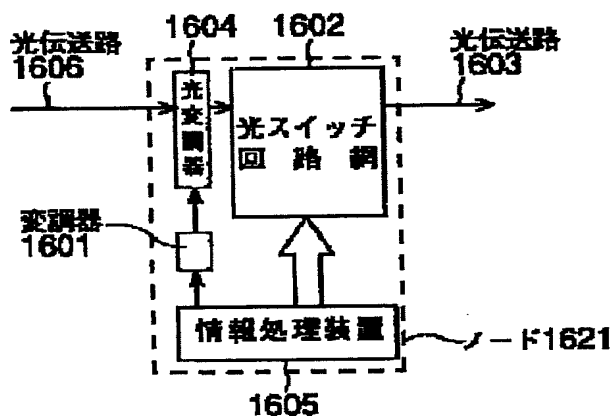
【図9】



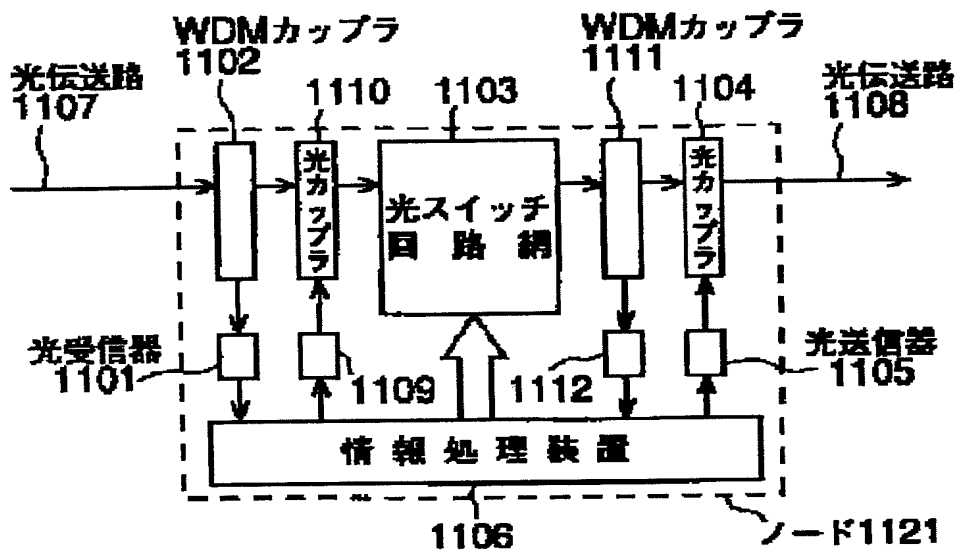
【図10】



【図16】

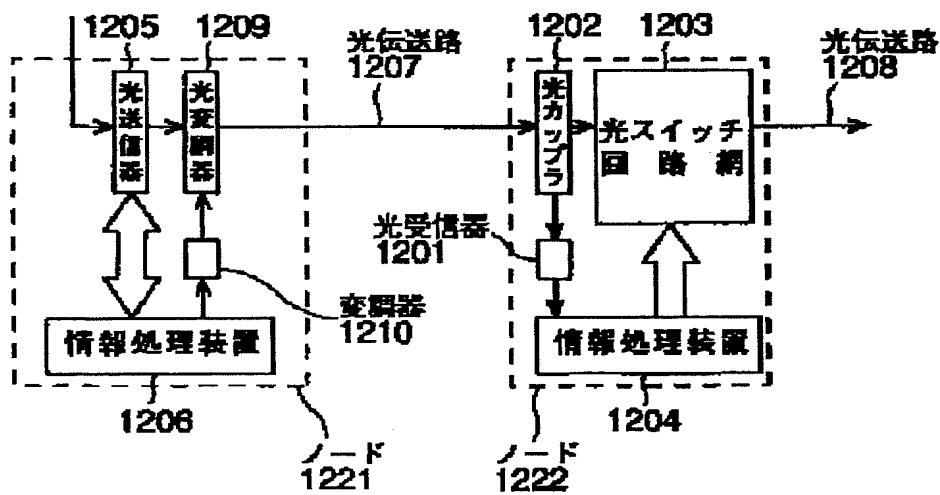


【図11】

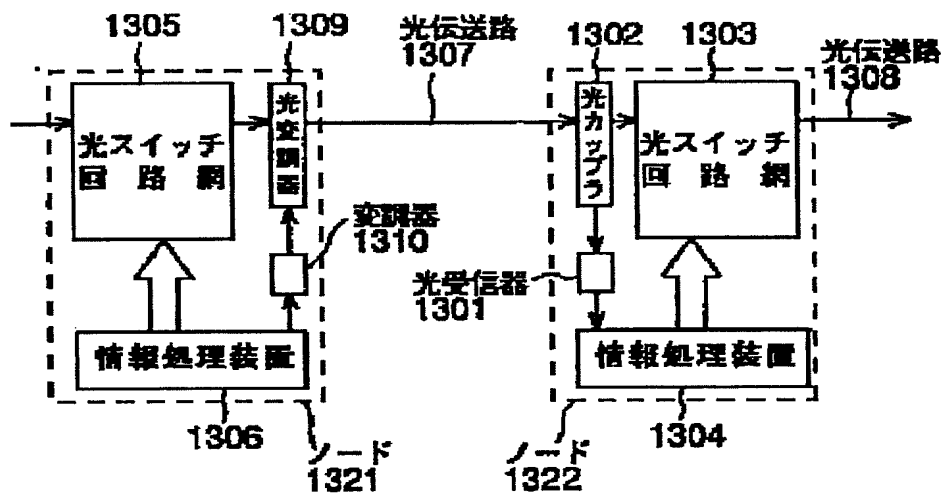




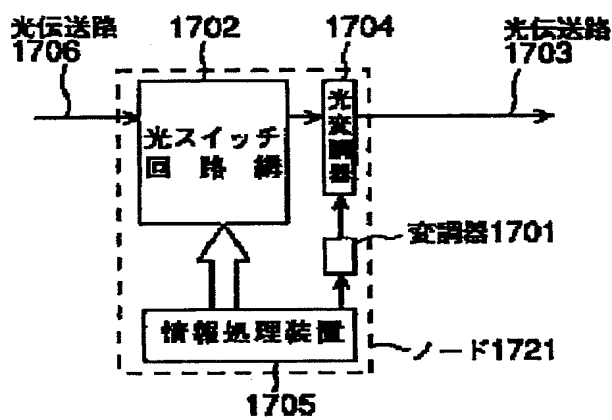
【図12】



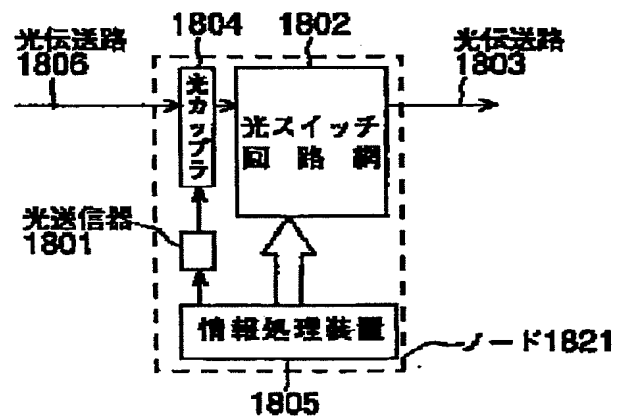
【図13】



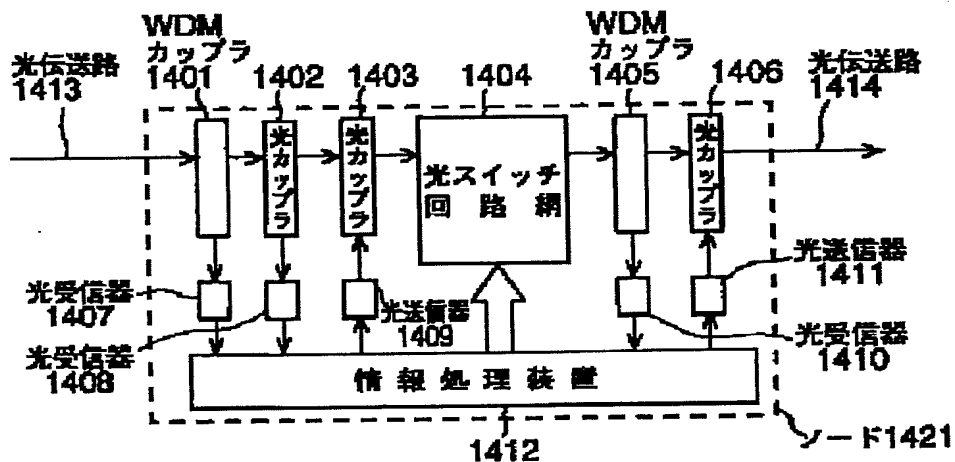
【図17】



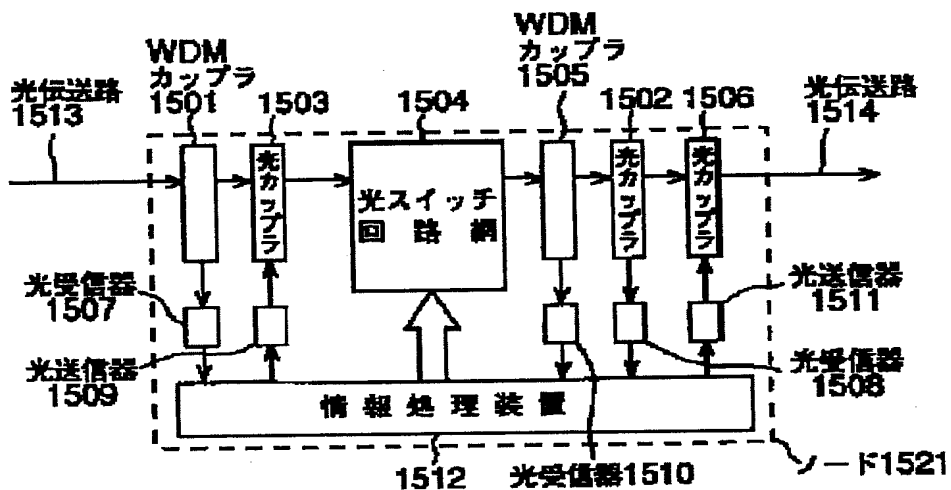
【図18】



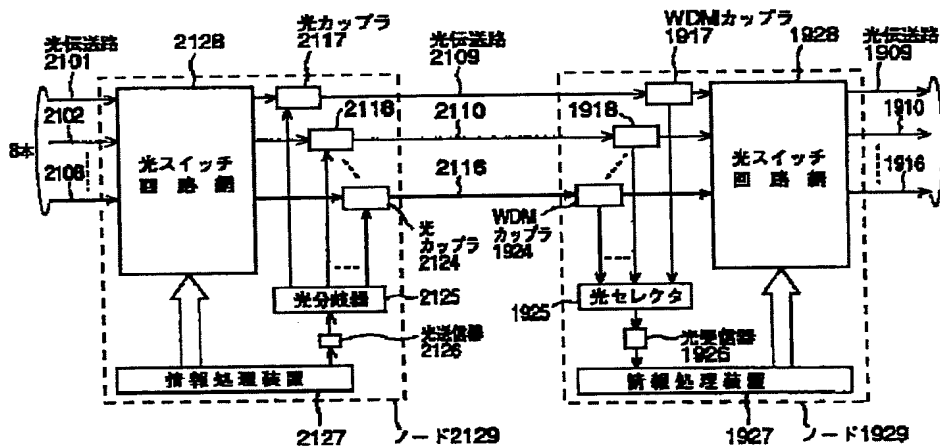
【図14】



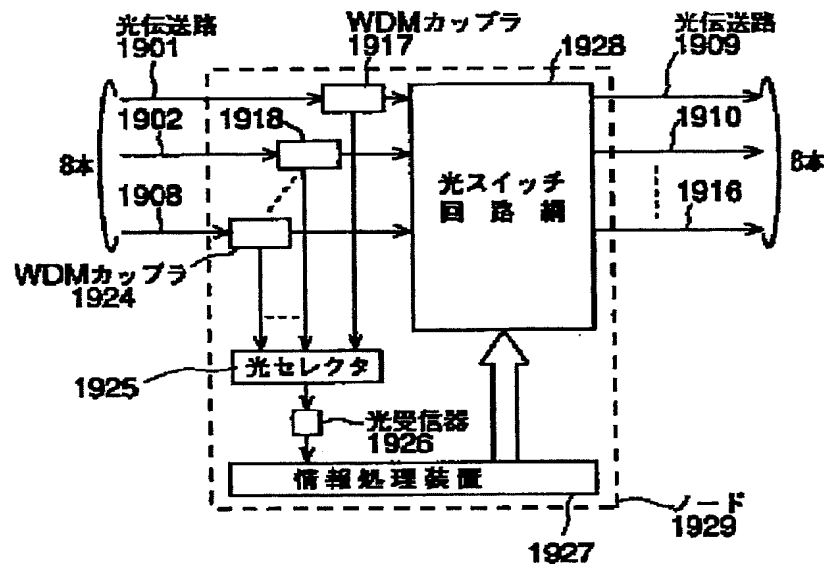
【図15】



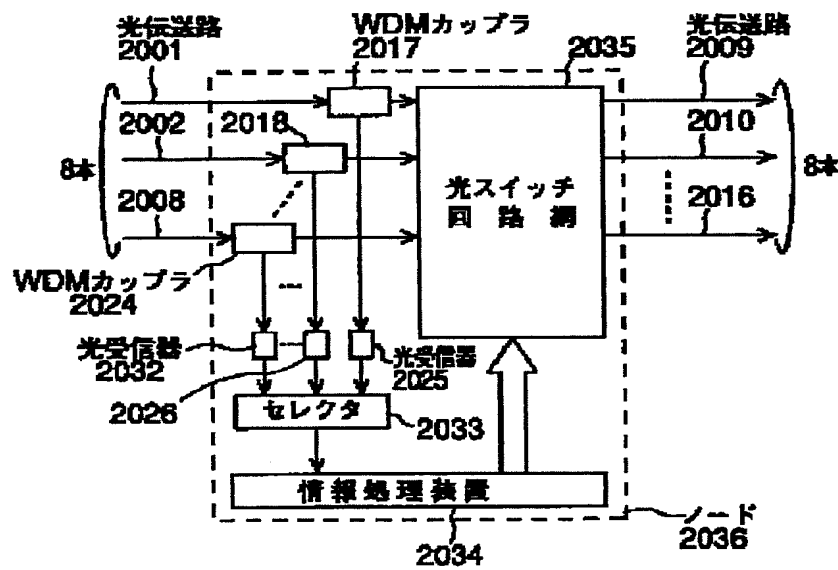
【図27】



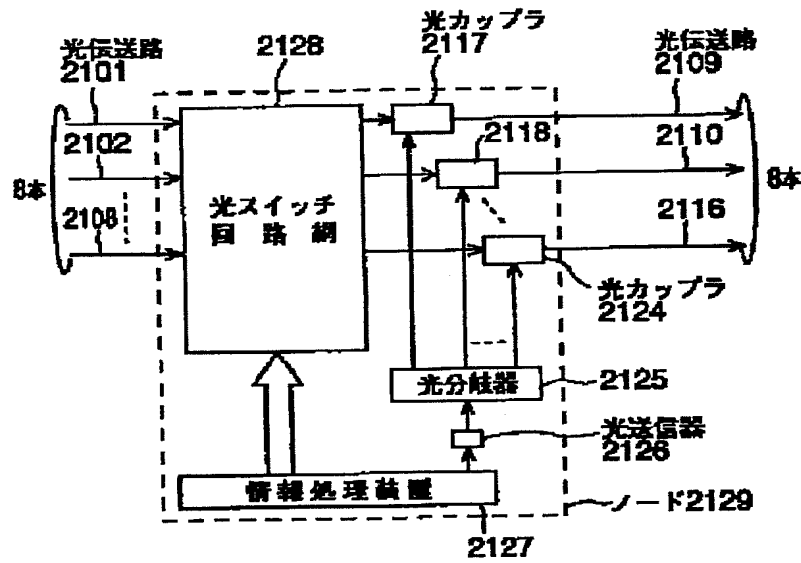
【図19】



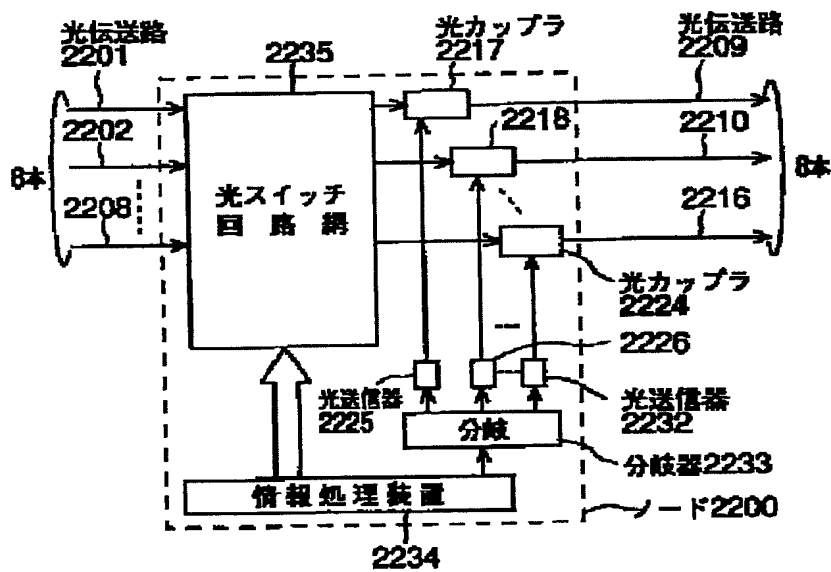
【図20】



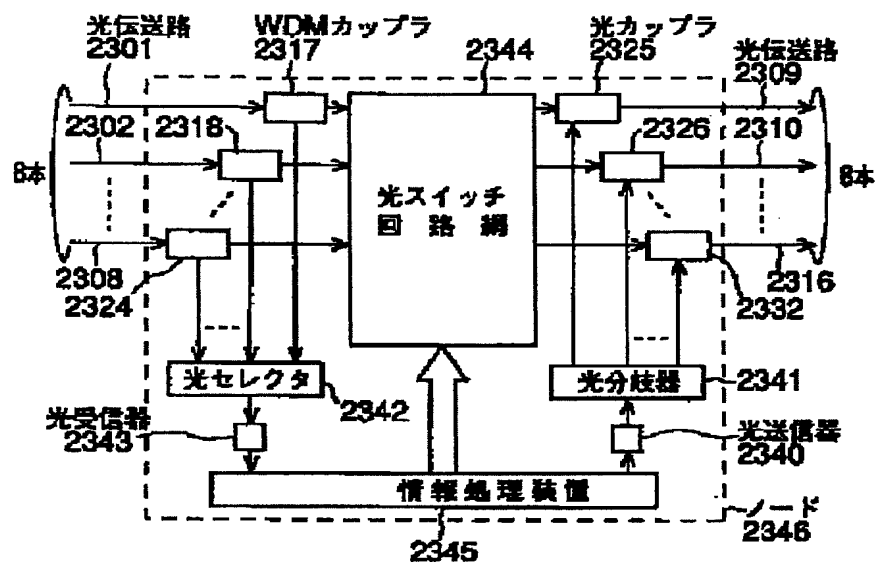
【図21】



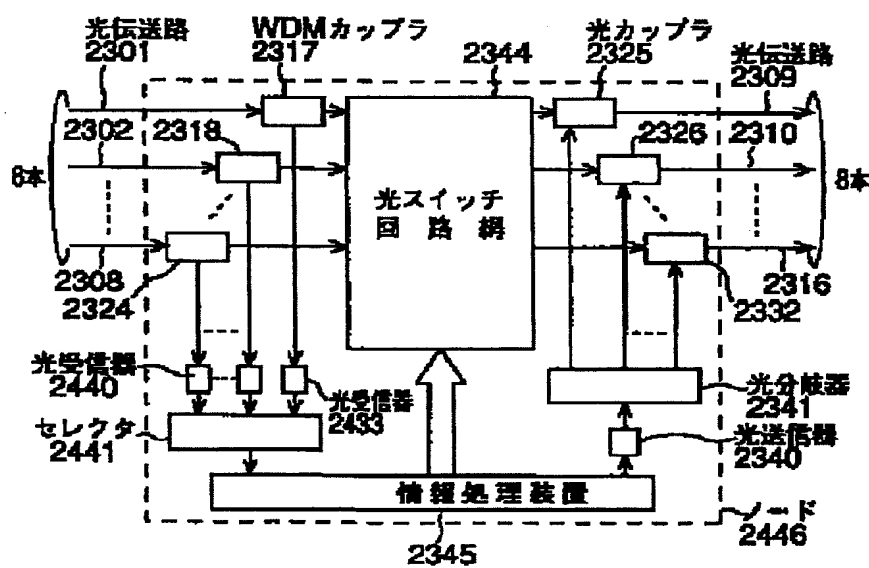
【図22】



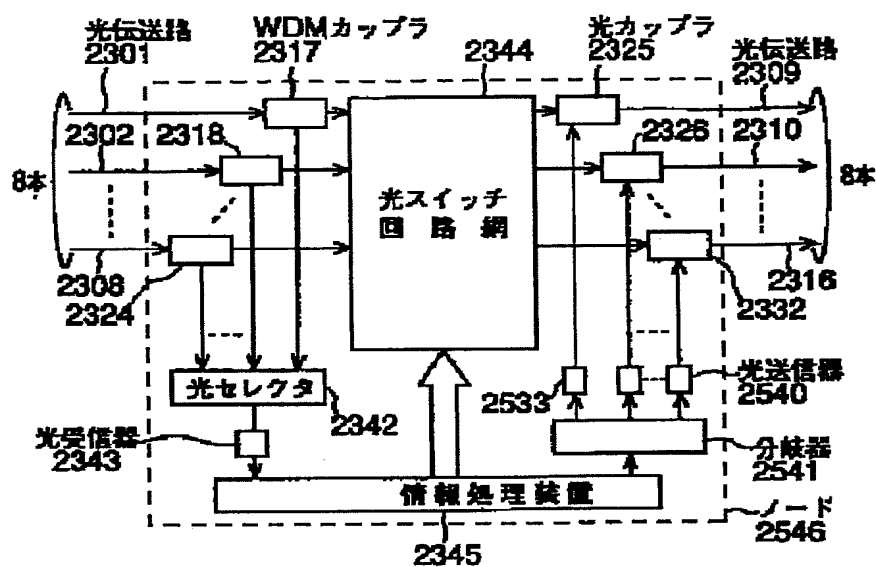
【図23】



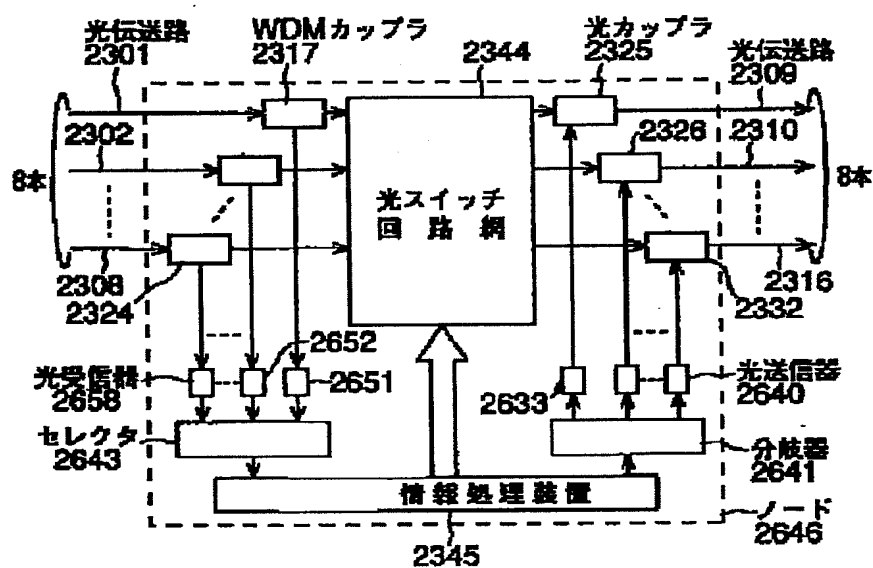
【図24】



【図25】

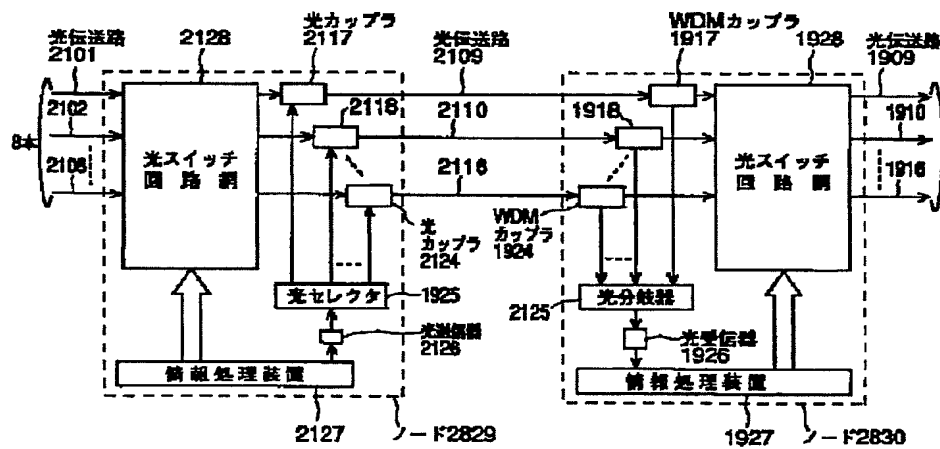


【図26】

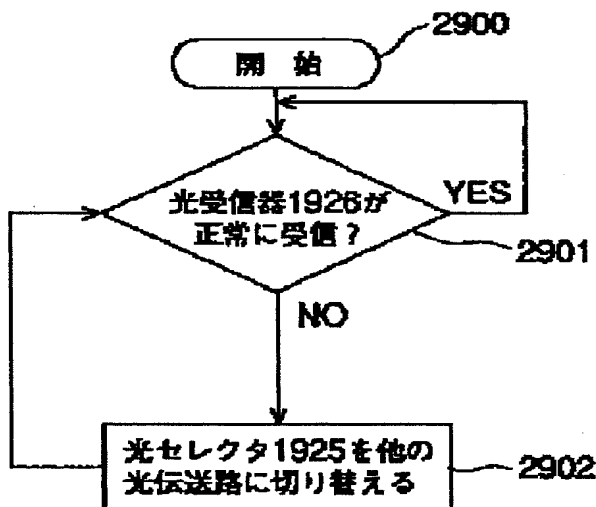




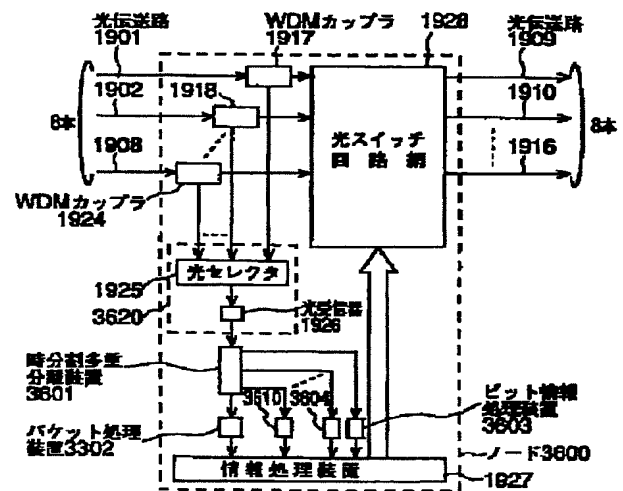
【図28】



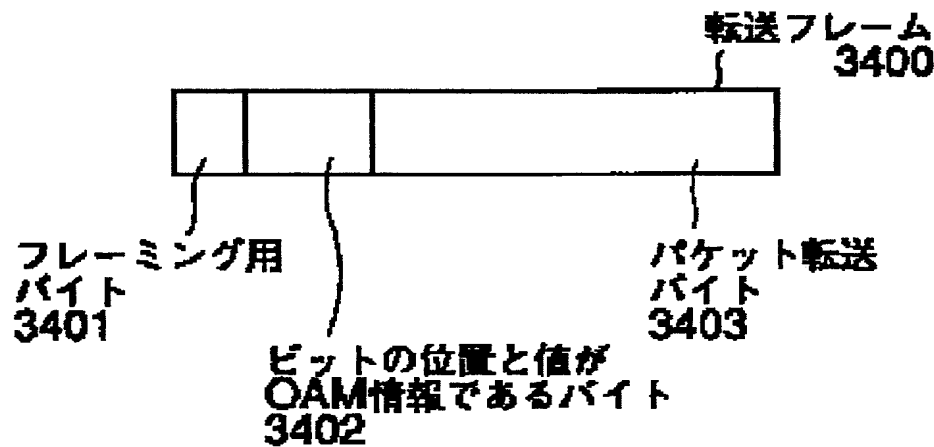
【図29】



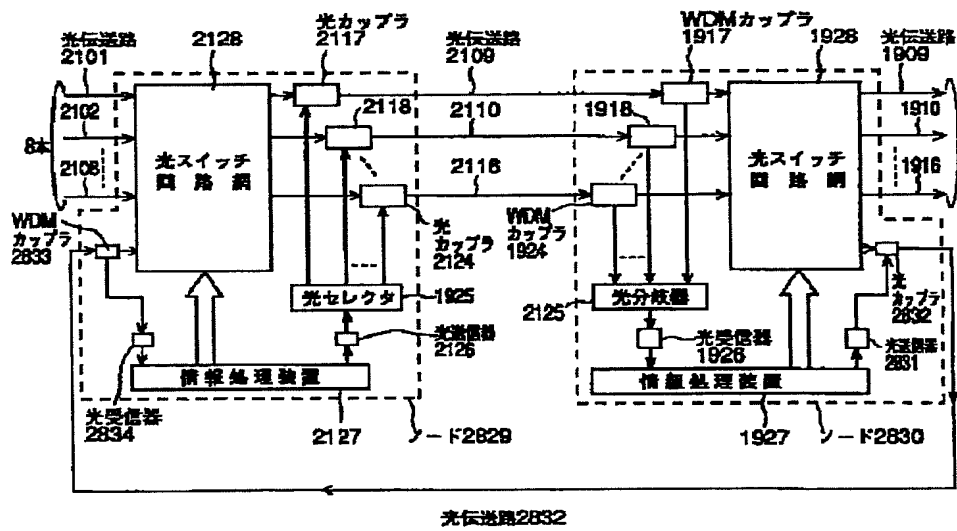
【図36】



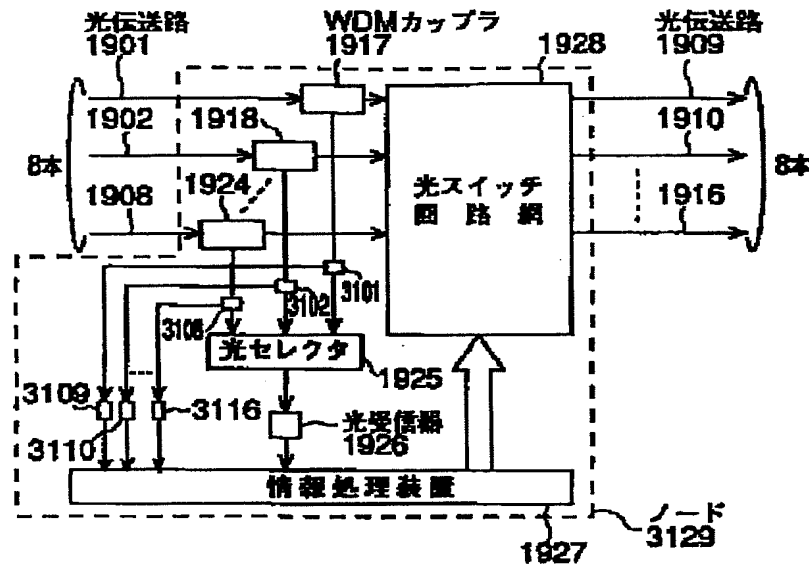
【図34】



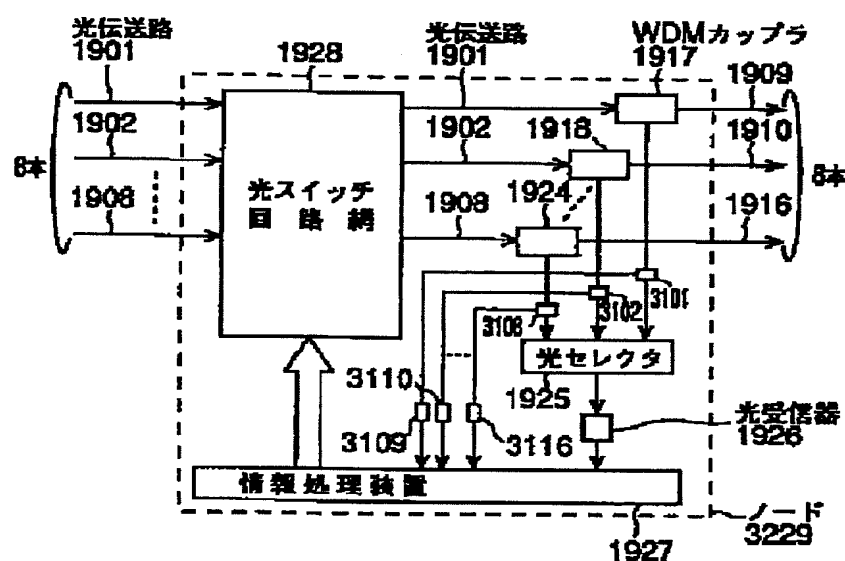
【図30】



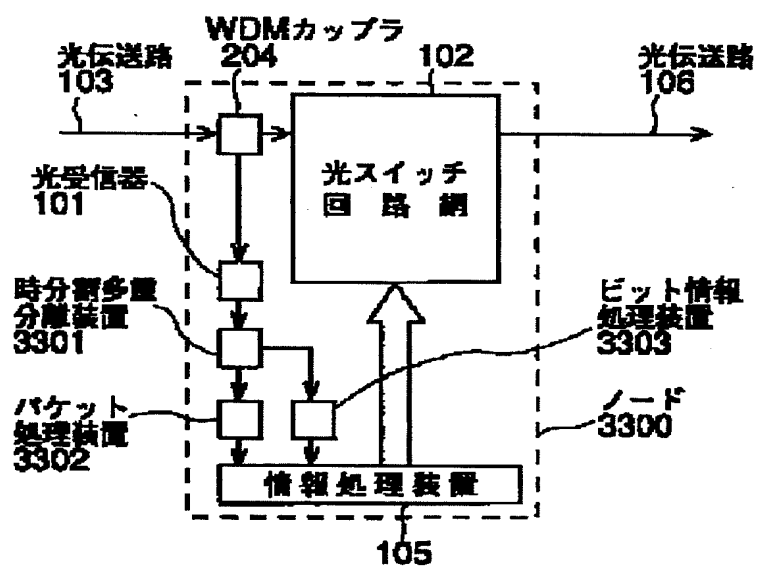
【図31】



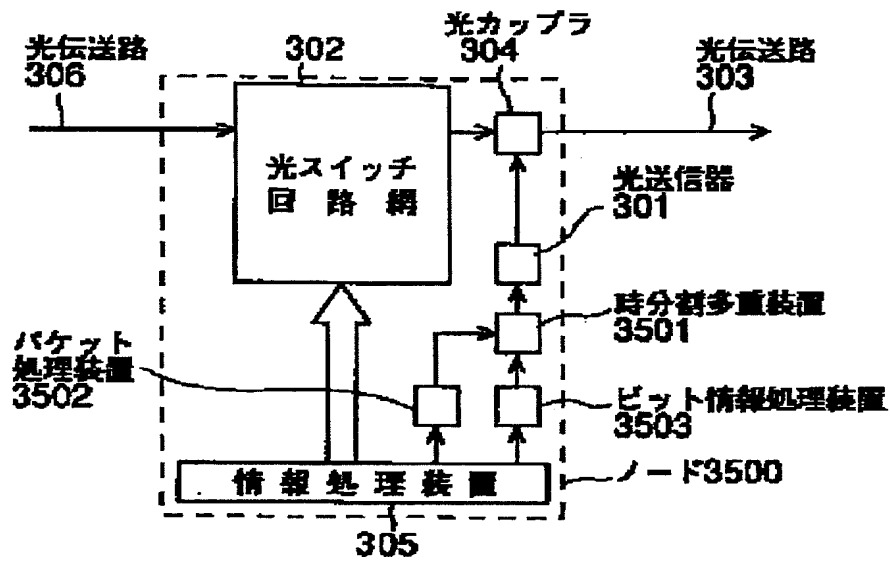
【図32】



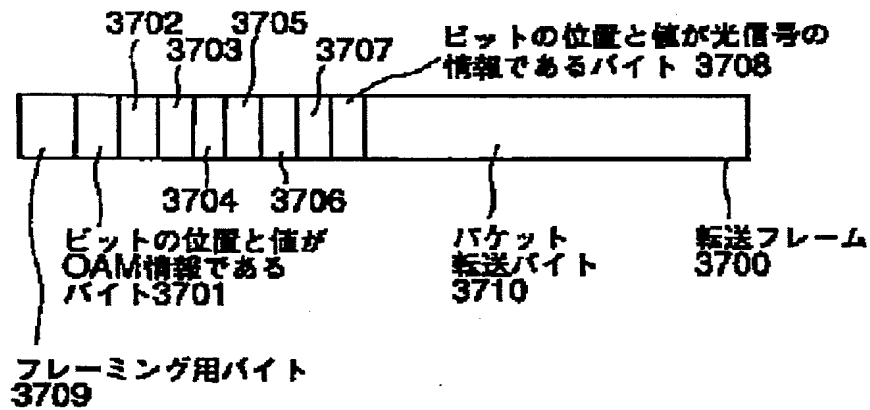
【図33】



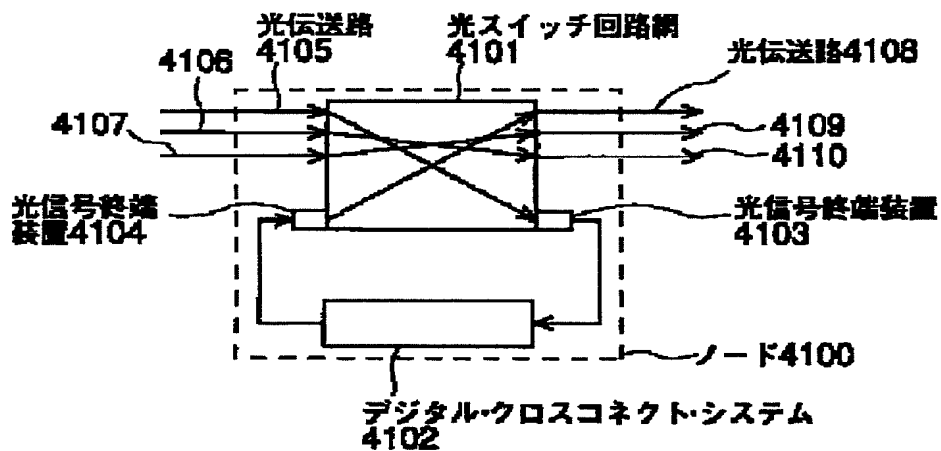
【図35】



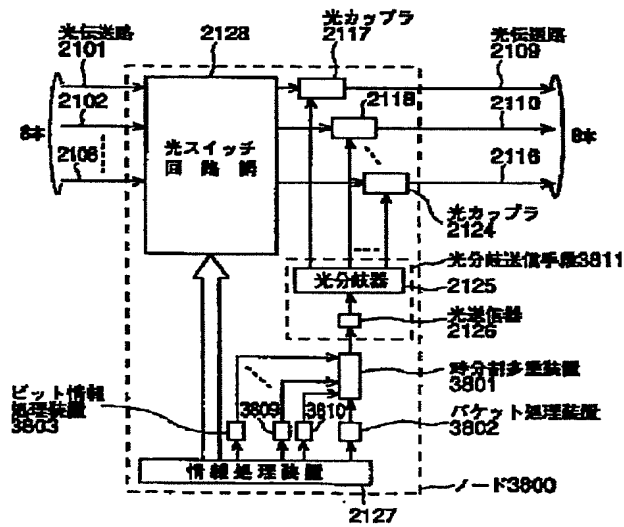
【図37】



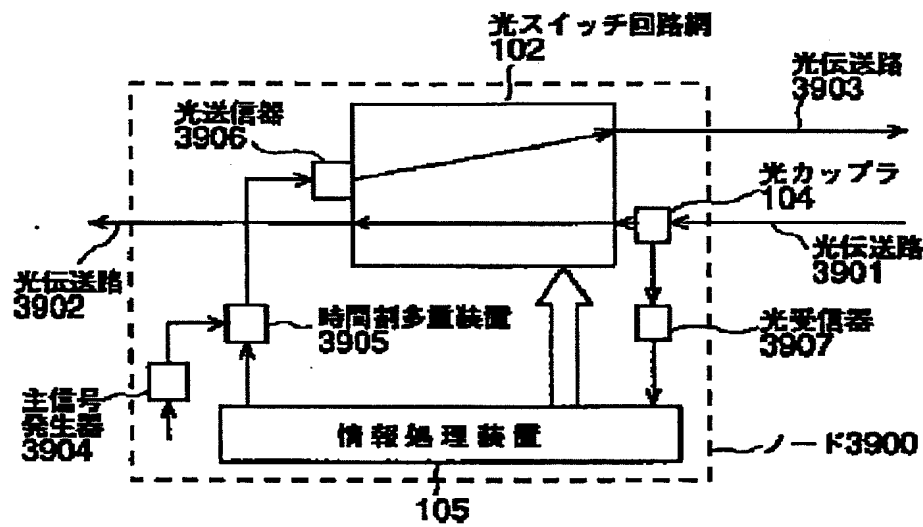
【図41】



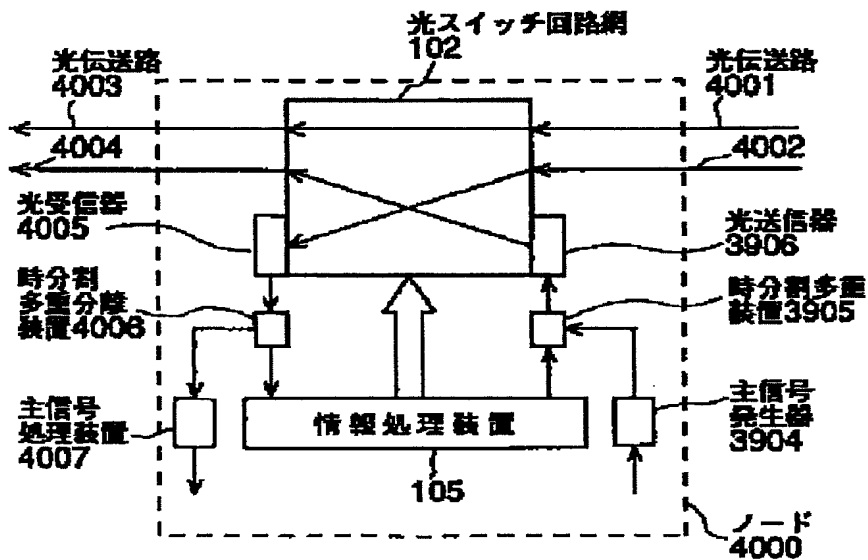
【図38】



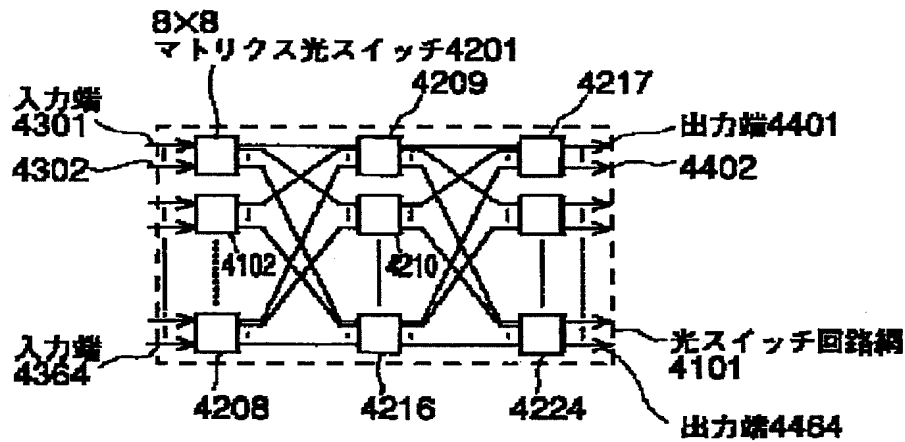
【図39】



【図40】



【図42】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K102 AA11 AA43 AC01 AD02 AD05  
 AD11 AD15 AH23 AL01 AM05  
 AM09 LA08 LA24 MA04 MA05  
 MB11 MC11 MD01 MH05 MH06  
 MH12 MH22 NA02 PB03 PD14  
 PD16 PH01 PH13 PH15 PH22  
 PH33 PH47 PH48 PH49 PH50